

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-304135

(43)Date of publication of application : 28.10.2004

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G02B 5/20

G03F 7/20

(21)Application number : 2003-098399

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 01.04.2003

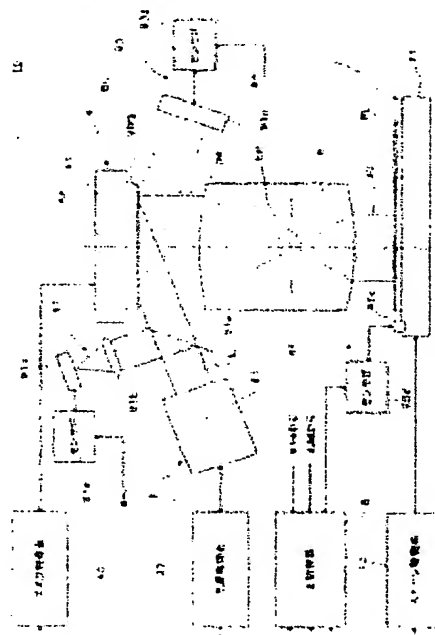
(72)Inventor : MURAKAMI KENTARO

## (54) EXPOSURE DEVICE, EXPOSING METHOD AND MANUFACTURING METHOD OF MICRO-DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an exposure device capable of properly exposing corresponding to the shape or the like of a pattern to be transferred.

**SOLUTION:** Luminous flux reflected by a pattern of a variable pattern generation section VPG forms an image of a mask pattern on a plate PL as a photosensitive substrate via a projection lens 6. While scanning the plate PL in the Y-axis direction, a desired pattern is gradually exposed on the whole surface of the plate PL by scrolling the pattern formed on the variable pattern generation section VPG synchronously with the plate PL. At this time, a main control part 8 as an adjustment part turns on a spare area DA1 of the variable pattern generation section VPG corresponding to the shape or the like of the pattern transferred finally on the plate PL and optimizes an exposure amount by adjusting the exposure amount of each part.



\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]

A pattern formation part which forms a desired exposure pattern by a display action of a display device of this plurality including two or more display devices,

A control means which controls a display action of two or more display devices which can be set in said pattern formation part, It has a stage for holding a photosensitive substrate for exposing an exposure pattern formed of said pattern formation part, An exposure device, wherein said control means contains a controller which adjusts a display action of said display device which contributes a light exposure of said exposure pattern exposed by said photosensitive substrate to formation of an exposure pattern which should be exposed by said photosensitive substrate in order to amend adjustment or unevenness of exposure.

[Claim 2]

The exposure device according to claim 1, wherein said controller contains a corrected part which corrects an exposure pattern displayed by said pattern formation part in a light exposure of an exposure pattern exposed by said photosensitive substrate in order to amend adjustment or unevenness of exposure.

[Claim 3]

A pattern formation part which forms a desired exposure pattern by a display action of a display device of this plurality including two or more display devices,

A control means which controls a display action of two or more display devices which can be set in said pattern formation part, It has a stage for holding a photosensitive substrate for exposing an exposure pattern formed of said pattern formation part, An exposure device, wherein said control means contains a controller which adjusts a display action of said display device which contributes to formation of an exposure pattern which should be exposed by said photosensitive substrate according to exposure pattern form exposed by said photosensitive substrate or/and a size of an exposure pattern.

[Claim 4]

The exposure device according to claim 3, wherein said controller contains a corrected part which corrects an exposure pattern displayed by said pattern formation part according to form of an exposure pattern or/and a size of an exposure pattern which are exposed by said photosensitive substrate.

[Claim 5]

An exposure device given in any 1 clause of Claims 1-4 said stage's moving a photosensitive substrate relatively to said pattern formation part when exposing, and displaying said pattern formation part so that said exposure pattern may move synchronizing with movement of said photosensitive substrate.

[Claim 6]

An exposure device given in any 1 clause of Claims 1-5 including further a projection means which projects an exposure pattern displayed in said pattern formation part on said photosensitive substrate.

[Claim 7]

An exposure device given in Claim 1 or the 2nd clause, wherein said controller amends adjustment or unevenness of exposure for a light exposure of an exposure pattern exposed by said photosensitive substrate according to the number of display devices which carry out a display action in said pattern formation part.

[Claim 8]

The exposure device according to claim 2 or 4 in order for said corrected part to change an exposure pattern displayed in said pattern formation part, wherein it changes a field of a display action of two or more of said display devices.

[Claim 9]

While said stage moves a photosensitive substrate relatively along a scanning direction when exposing to said pattern formation part, said pattern formation part is displayed so that said exposure pattern may move synchronizing with movement of said photosensitive substrate,

Claim 2 in order for said corrected part to correct an exposure pattern displayed by said pattern formation part, wherein it adjusts the number of operations of a display device of said pattern formation part in said scanning direction, Claim 4, or an exposure device given in any 1 clause of Claim 8.

[Claim 10]

In order to adjust the 1st viewing area that has two or more display devices in order that said pattern formation part may display an exposure pattern, and a display action of said display device, the 2nd viewing area that has two or more display devices is included,

An exposure device given in any 1 clause of Claims 1-9, wherein said controller adjusts the number of display actions of a display device by using said 2nd viewing area.

[Claim 11]

A detection means detect to detect a state of an exposure pattern displayed in said pattern formation part is included further, An exposure device given in any 1 clause of Claims 1-10, wherein said controller adjusts a display action of said display device based on detection information from said detection means.

[Claim 12]

An exposure device given in any 1 clause of Claims 1-11 characterizing by adjusting a contribution of exposure in a display device which participates in an exposure pattern displayed in said pattern formation part.

[Claim 13]

An exposure device given in any 1 clause of Claims 1-11 characterizing by adjusting a contribution of exposure in each of a display device which participates in an exposure pattern displayed in said pattern formation part.

[Claim 14]

an exposure device given in any 1 clause of Claims 1-11 adjusting time of the other luminous intensity or a display action of each display device to said photosensitive substrate from each of a display device which participates in an exposure pattern displayed in said pattern formation part.

[Claim 15]

Including further a lighting system which illuminates said pattern formation part said controller. An exposure device given in any 1 clause of Claims 1-14 characterized by adjusting a display action of said display device so that unevenness of exposure of an exposure pattern formed in the Lighting Sub-Division unevenness which illuminates said pattern formation part, or said photosensitive substrate may be amended.

[Claim 16]

The exposure device according to claim 15, wherein said controller adjusts a display action of said display device based on information from said measurement means, including further a measurement means which measures unevenness of exposure of an exposure pattern formed in the Lighting Sub-Division unevenness which illuminates said pattern formation part, or said photosensitive substrate.

[Claim 17]

Claim 1 by which photoelectric detection equipment which detects in photoelectricity a light exposure or unevenness of exposure of a pattern exposed by said photosensitive substrate being included further thru/or an exposure device given in any 1 clause of Claim 15.

[Claim 18]

A pattern formation part which forms a desired exposure pattern by a display action of a display device of this plurality including two or more display devices.

A control means which controls a display action of two or more display devices which can be set in said pattern formation part. It has a stage for holding a photosensitive substrate for exposing an exposure pattern formed of said pattern formation part.

An exposure device, wherein said control means contains a controller which adjusts a display action of said display device which contributes to formation of an exposure pattern which should be exposed by said photosensitive substrate according to an exposing condition of a pattern exposed by said photosensitive substrate.

[Claim 19]

The exposure device according to claim 18, wherein said controller contains a corrected part which corrects an exposure pattern displayed by said pattern formation part according to an exposing condition of an exposure pattern exposed by said photosensitive substrate.

[Claim 20]

A pattern formation part which forms a desired exposure pattern in accordance with an exposure optical path including two or more micro mirrors by posture adjustment of a micro mirror of this plurality.

A control means which controls a posture of two or more micro mirrors which can be set in said pattern formation part.

A stage for holding a photosensitive substrate for exposing an exposure pattern formed of said pattern formation part.

An exposure device containing a detection means to detect a non-exposure pattern formed in accordance with a non-exposure optical path of posture adjustment of two or more of said micro mirrors in said pattern formation part.

[Claim 21]

In Claim 1 thru/or an exposure method using an exposure device given in any 1 clause of Claim 20,

An exposure pattern display process on which said pattern formation part arranged at an exposed side or an exposed side, and a conjugate optically position is made to display an exposure pattern.

An exposure method including a transfer process which transfers an exposure pattern displayed in said pattern formation part to a photosensitive substrate arranged in said exposed side.

[Claim 22]

An exposure pattern formation process which forms a desired exposure pattern using a pattern formation part containing two or more display devices.

An adjusting process which adjusts a display action of said display device which contributes a light exposure of a pattern exposed by photosensitive substrate to formation of an exposure pattern which should be exposed by said photosensitive substrate in order to amend adjustment or unevenness of exposure.

An exposure method including a transfer process which transfers an exposure pattern displayed in said pattern formation part to said photosensitive substrate.

[Claim 23]

An exposure pattern formation process which forms a desired exposure pattern using a pattern formation part containing two or more display devices.

An adjusting process which adjusts a display action of said display device which contributes to formation of an exposure pattern which should be exposed by said photosensitive substrate according to exposure pattern form exposed by photosensitive substrate or/and a size of an exposure pattern.

An exposure method including a transfer process which transfers an exposure pattern displayed in said pattern formation part to said photosensitive substrate.

[Claim 24]

An exposure pattern formation process which forms a desired exposure pattern using a pattern formation part containing two or more display devices.

An adjusting process which adjusts a display action of said display device which contributes to formation of an exposure pattern which should be exposed by said photosensitive substrate according to an exposing condition of a pattern exposed by photosensitive substrate.

An exposure method including a transfer process which transfers an exposure pattern formed in said pattern formation part to said photosensitive substrate.

[Claim 25]

An exposure method given in any 1 clause of Claims 22-24, wherein said adjusting process includes a correcting process which corrects an exposure pattern formed of said pattern formation part.

[Claim 26]

A manufacturing method of a micro device manufacturing a micro device using an exposure method of a description in any 1 clause of Claims 21-25.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

This invention relates to a semiconductor device, a liquid crystal display element, an image sensor, a thin film magnetic head, the exposure device used in the manufacturing process of other micro devices, an exposure method, and the manufacturing method of a micro device.

[0002]

[Description of the Prior Art]

That to which the circuit pattern displayed on the liquid crystal display is changed synchronizing with movement of a wafer is proposed, moving relatively the liquid crystal display and wafer which display a circuit pattern as an exposure device (refer to patent documents 1).

[0003]

[Patent documents 1]

JP,H9-17718,A

[Problem to be solved by the invention]

However, in the above exposure devices, a pattern is only transferred as it is by scan. When the liquid crystal display for a display has a picture element defect, adhesion of particle, etc., these defective images will be transferred. When illumination unevenness etc. exist in the illumination light, unevenness of exposure may occur under these influences.

[0004]

Then, an object of this invention is to provide the exposure device which can perform suitable exposure according to the form of the pattern which should be transferred, the size of a pattern, an exposing condition, etc., an exposure method, and the manufacturing method of a micro device.

[0005]

An object of this invention is to provide the exposure device which can prevent the defective image from being transferred, an exposure method, and the manufacturing method of a micro device, even if it is a case where the foreign matter adhering to the picture element defect etc. of the pattern formation part controlled electrically and a pattern formation part, etc. exist.

[0006]

An object of this invention is an exposure device which can prevent generating of unevenness of exposure, an exposure method, and to reach and to provide the manufacturing method of a micro device.

[0007]

[Means for solving problem]

In order to solve an aforementioned problem, the exposure device concerning the 1st invention is provided with the following.

(a) The pattern formation part which forms a desired exposure pattern by the display action of the display device of this plurality including two or more display devices.

(b) The control means which controls the display action of two or more display devices which can be set in a pattern formation part.

(c) The stage for holding the photosensitive substrate for exposing the exposure pattern formed of the pattern formation part. And a control means contains the controller which adjusts the display action of the display device which contributes the light exposure of the exposure pattern exposed by the photosensitive substrate to formation of the exposure pattern which should be exposed by the photosensitive substrate in order to amend adjustment or unevenness of exposure. Here, a "pattern formation part" is a concept including the both sides of a spontaneous light type image display element and a nonluminescent type image display element. In the former spontaneous light type image display element, CRT (cathode ray tube), Inorganic EL (electro luminescence) display, An organic electroluminescence display, a LED display, an OLED (organic light emitting diode) display, LD display, a field emission display (FED: field emission display), a plasma display (PDP: plasma display panel), etc. are contained. The latter nonluminescent type image display element is also called a spatial-light-modulation machine (spatial light modulator), is an element which modulates the amplitude of light, a phase, or the state of polarization spatially, and is divided into a transmission type spatial-light-modulation machine and reflection type space light modulator. A transmission type liquid crystal display device (LCD: liquid crystal display), an electrochromic display (ECD), etc. are contained in a transmission type spatial-light-modulation machine. To reflection type space light modulator, DMD (digital mirror device, or digital micro-mirror device), A reflective mirror array, a high-reflective-liquid-crystal display device, an electrophoresis display (EPD: electrophoretic display), electronic paper (or electronic ink), an optical diffraction light valve (grating light valve), etc. are contained. An "exposure pattern" means the pattern which should be exposed, or the exposed pattern, and, in the case of the exposure pattern formed of a pattern formation part, it is equivalent to the display image, and, in the case of the exposure pattern which should be exposed by the photosensitive substrate, equivalent to the exposure image. As for "adjustment of a display action", the reflected light from a display device and the transmitted light mean that \*\* changes the luminosity gradation of luminescent light, pattern correction, etc.

[0008]

In the above-mentioned exposure device, in order to amend adjustment or unevenness of exposure, the controller contained in a control means the light exposure of the exposure pattern exposed by the photosensitive substrate. Since the display action of

the display device which contributes to formation of the exposure pattern which should be exposed by the photosensitive substrate is adjusted. The light exposure of an exposure pattern can be adjusted simply and promptly, using in extension the original function of a pattern formation part which generates the pattern equivalent to the pattern shape, i.e., the exposure pattern form, which should be eventually transferred to a photosensitive substrate as it is, or unevenness of exposure can be amended.

[0009]

The exposure device concerning the 2nd invention is equipment of the 1st invention, and a controller contains the corrected part which corrects the exposure pattern displayed by the pattern formation part in the light exposure of the exposure pattern exposed by the photosensitive substrate in order to amend adjustment or unevenness of exposure. In this case, correction of an exposure pattern can attain efficiently adjustment of a light exposure, and amendment of unevenness of exposure.

[0010]

The exposure device concerning the 3rd invention is provided with the following.

(a) The pattern formation part which forms a desired exposure pattern by the display action of the display device of this plurality including two or more display devices.

(b) The control means which controls the display action of two or more display devices which can be set in a pattern formation part.

(c) The stage for holding the photosensitive substrate for exposing the exposure pattern formed of the pattern formation part. And a control means contains the controller which adjusts the display action of the display device which contributes to formation of the exposure pattern which should be exposed by the photosensitive substrate according to the exposure pattern form exposed by the photosensitive substrate or/and the size of an exposure pattern.

[0011]

In the above-mentioned exposure device, the controller contained in a control means according to the exposure pattern form exposed by the photosensitive substrate or/and the size of an exposure pattern. Since the display action of the display device which contributes to formation of the exposure pattern which should be exposed by the photosensitive substrate is adjusted, An exposed state is simply and promptly controllable, using in extension the original function of a pattern formation part which generates the pattern equivalent to the pattern shape, i.e., the exposure pattern form, which should be eventually transferred to a photosensitive substrate as it is. The suitable exposure according to exposure pattern form or/and the size of the exposure pattern is attained.

[0012]

The exposure device concerning the 4th invention is equipment of the 3rd invention, and a controller contains the corrected part which corrects the exposure pattern displayed by the pattern formation part according to the form of an exposure pattern or/and the size of an exposure pattern which are exposed by the photosensitive substrate. In this case, correction of an exposure pattern can attain efficiently the suitable exposure according to exposure pattern form or/and the size of the exposure pattern, i.e., the geometrical factor of a pattern.

[0013]

It is equipment of the 1-4th invention, and a stage moves a photosensitive substrate relatively to a pattern formation part when exposing, and a pattern formation part displays the exposure device concerning the 5th invention so that an exposure pattern may move synchronizing with movement of a photosensitive substrate. In this case, by scanning exposure, a wide area is covered and highly precise exposure is attained.

[0014]

The exposure device concerning the 6th invention includes further the projection means which projects the exposure pattern which is equipment of the 1-5th invention and was displayed in the pattern formation part on a photosensitive substrate. in this case, the case where it can be considered as a projection aligner, can expose on a substrate with the magnifying power of a request of an exposure pattern, actual size, or reduction percentage, and is especially reduction — minute pattern formation of a high degree of location — it can carry out.

[0015]

The exposure device concerning the 7th invention is equipment of the 1st and invention of two, and a controller amends adjustment or unevenness of exposure for the light exposure of the exposure pattern exposed by the photosensitive substrate according to the number of the display devices which carry out a display action in a pattern formation part. In this case, adjustment of the number of displays can amend a light exposure and unevenness of exposure simply.

[0016]

The exposure device concerning the 8th invention is equipment of the 2nd and invention of four, and a corrected part changes the field of the display action of two or more display devices, in order to change the exposure pattern displayed in a pattern formation part (adjustment, amendment, correction, etc.). In this case, the number of display devices which contributes to exposure by change of a viewing area can be adjusted simply.

[0017]

The exposure device concerning the 9th invention is equipment of the 2nd, 4, and invention of eight, and while moving a photosensitive substrate relatively along a scanning direction when exposing to a pattern formation part, a stage, A pattern formation part displays so that an exposure pattern may move synchronizing with movement of a photosensitive substrate, and in order that a corrected part may correct the exposure pattern displayed by the pattern formation part, the number of operations of the display device of the pattern formation part in a scanning direction is adjusted. In this case, in scanning exposure, the amount of exposing light of each point on a photosensitive substrate is simply controllable by regulation of the number of operation elements of a scanning direction.

[0018]

The exposure device concerning the 10th invention is equipment of the 1-9th invention. The 1st viewing area that has two or more display devices for a pattern formation part to display an exposure pattern. And in order to adjust the display action of a display device, a controller adjusts the number of display actions of a display device by using the 2nd viewing area including the 2nd viewing area that has two or more display devices. In this case, proper exposure can be attained, suppressing reduction of the amount of exposing light using the 2nd spare viewing area.

[0019]

A controller adjusts the display action of a display device based on the detection information from a detection means, including further a detection means detect for the exposure device concerning the 11th invention to be equipment of the 1-10th invention,

and to detect the state of the exposure pattern displayed in a pattern formation part. In this case, based on the detection information on a detection means, the defect of a pattern formation part, adhesion of garbage, a display device's own characteristic change, etc. can be monitored, and the amendment which offsets such an error factor is attained.

[0020]

The contribution of the exposure in the display device which participates in the exposure pattern which the exposure device concerning the 12th invention is equipment of the 1-11th invention, and is displayed in a pattern formation part is adjusted. Here, "adjustment of a contribution" is a concept including lighting of a display device or adjustment of transmission time, a reflection of a display device, or adjustment of a transmitted light amount. In this case, the suitable exposure according to adjustment of a light exposure, amendment of unevenness of exposure, exposure pattern form, etc., etc. are attained by contribution adjustment of the display device which constitutes an exposure pattern.

[0021]

A contribution of exposure in each of a display device which participates in an exposure pattern which an exposure device concerning the 13th invention is equipment of the 1-11th invention, and is displayed in a pattern formation part is adjusted. In this case, suitable exposure according to adjustment of a light exposure, amendment of unevenness of exposure, exposure pattern form, etc., etc. are attained by contribution adjustment of each display device which constitutes an exposure pattern.

[0022]

time of the other luminous intensity or a display action of each display device is adjusted to a photosensitive substrate from each of a display device which participates in an exposure pattern which an exposure device concerning the 14th invention is equipment of the 1-11th invention, and is displayed in a pattern formation part

[0023]

An exposure device concerning the 15th invention is equipment of the 1-14th invention. A display action of a display device is adjusted so that a controller may amend unevenness of exposure of an exposure pattern formed in the Lighting Sub-Division unevenness or a photosensitive substrate which illuminates a pattern formation part, including further a lighting system which illuminates a pattern formation part. In this case, amendment of the Lighting Sub-Division unevenness by a lighting system, etc. is also attained, and uniform Lighting Sub-Division of a pattern formation part and by extension, pattern transfer by which a light exposure was controlled highly become possible.

[0024]

The exposure device concerning the 16th invention is equipment of the 15th invention. Based on the information from a measurement means, a controller adjusts the display action of a display device, including further the measurement means which measures the unevenness of exposure of the exposure pattern formed in the Lighting Sub-Division unevenness or the photosensitive substrate which illuminates a pattern formation part. In this case, the information from a measurement means can be fed back and the Lighting Sub-Division unevenness and unevenness of exposure can be amended in real time.

[0025]

The exposure device concerning the 17th invention contains further the photoelectric detection equipment which is equipment of the 1-15th invention and detects in photoelectricity the light exposure or unevenness of exposure of a pattern exposed by the photosensitive substrate.

[0026]

The pattern formation part in which the exposure device concerning the 18th invention forms a desired exposure pattern by the display action of the display device of this plurality including the display device of (a) plurality, (b) The control means which controls the display action of two or more display devices which can be set in a pattern formation part, (c) It has a stage for holding the photosensitive substrate for exposing the exposure pattern formed of the pattern formation part. A control means contains the controller which adjusts the display action of the display device which contributes to formation of the exposure pattern which should be exposed by the photosensitive substrate according to the exposing condition of the pattern exposed by the photosensitive substrate.

[0027]

In the above-mentioned exposure device, since the controller contained in a control means adjusts the display action of the display device which contributes to formation of the exposure pattern which should be exposed by the photosensitive substrate according to the exposing condition of the pattern exposed by the photosensitive substrate, An exposed state is simply and promptly controllable, using in extension the original function of a pattern formation part which generates the pattern equivalent to the pattern shape, i.e., the exposure pattern form, which should be eventually transferred to a photosensitive substrate as it is. The exposure optimized by corresponding to various conditions including the process of order, etc. appropriately is attained.

[0028]

The exposure device concerning the 19th invention is equipment of the 18th invention, and a controller contains the corrected part which corrects the exposure pattern displayed by the pattern formation part according to the exposing condition of the exposure pattern exposed by the photosensitive substrate. In this case, an exposure pattern is simply and efficiently correctable so that an individual exposing condition may be suited.

[0029]

The pattern formation part in which the 20th this invention forms a desired exposure pattern in accordance with an exposure optical path including the micro mirror of (a) plurality by the posture adjustment of the micro mirror of this plurality, (b) In order to expose the control means which controls the posture of two or more micro mirrors which can be set in a pattern formation part, and the exposure pattern formed of (c) pattern formation part, it is characterized by the exposure device concerning invention comprising the following.

The stage for holding a photosensitive substrate.

(d) A detection means to detect the non-exposure pattern formed in accordance with a non-exposure optical path of the posture adjustment of two or more micro mirrors which can be set in a pattern formation part.

[0030]

Since the non-exposure pattern in which a detection means is formed in accordance with a non-exposure optical path in the above-mentioned exposure device of the posture adjustment of two or more micro mirrors which can be set in a pattern formation part is detected, States, such as a pattern formation part and illumination-light illuminance distribution, can be supervised using the reflected light drawn out of the optical path from the pattern formation part which consists of micro mirrors (course in which it does not expose).

[0031]

In the exposure method using the exposure device which the exposure method concerning the 21st invention requires for the above 1st – the 20th invention, (a) Include the exposure pattern display process of displaying an exposure pattern on the pattern formation part arranged at the exposed side or the exposed side, and the conjugate optically position, and the transfer process which transfers the exposure pattern displayed in (b) pattern formation part to the photosensitive substrate arranged in the exposed side.

[0032]

Since the exposure pattern displayed in the pattern formation part in the above-mentioned exposure method using the exposure device concerning the above 1st – the 20th invention is transferred to a photosensitive substrate, The suitable exposure according to adjustment of a light exposure, amendment of unevenness of exposure, exposure pattern form, etc. is attained using the original function of a pattern formation part in extension.

[0033]

The exposure pattern formation process with which the 22nd this invention forms a desired exposure pattern using the pattern formation part containing the display device of (a) plurality, (2) It is characterized by the exposure method concerning invention comprising the following in the light exposure of the pattern exposed by the photosensitive substrate, in order to amend adjustment or unevenness of exposure.

The adjusting process which adjusts the display action of the display device which contributes to formation of the exposure pattern which should be exposed by the photosensitive substrate.

(c) The transfer process which transfers the exposure pattern displayed in the pattern formation part to a photosensitive substrate.

[0034]

In the above-mentioned exposure method, according to an adjusting process, in order to amend adjustment or unevenness of exposure, the light exposure of the pattern exposed by the photosensitive substrate, Since the display action of the display device which contributes to formation of the exposure pattern which should be exposed by the photosensitive substrate is adjusted, The light exposure of an exposure pattern can be adjusted simply and promptly, using in extension the original function of a pattern formation part which generates the pattern equivalent to exposure pattern form as it is, or unevenness of exposure can be amended.

[0035]

The 23rd this invention is characterized by the exposure method concerning invention comprising the following.

(a) The exposure pattern formation process which forms a desired exposure pattern using the pattern formation part containing two or more display devices.

(b) The adjusting process which adjusts the display action of the display device which contributes to formation of the exposure pattern which should be exposed by the photosensitive substrate according to the exposure pattern form exposed by the photosensitive substrate or/and the size of an exposure pattern.

(c) The transfer process which transfers the exposure pattern displayed in the pattern formation part to a photosensitive substrate.

[0036]

Since the display action of the display device which contributes to formation of the exposure pattern which should be exposed by the photosensitive substrate according to an adjusting process in the above-mentioned exposure method according to the exposure pattern form exposed by the photosensitive substrate or/and the size of an exposure pattern is adjusted, An exposed state can be controlled simply and promptly, using in extension the original function of a pattern formation part which generates the pattern equivalent to photosensitive exposure pattern form as it is, and the suitable exposure according to exposure pattern form or/and the size of the exposure pattern is attained.

[0037]

The 24th this invention is characterized by the exposure method concerning invention comprising the following.

(a) The exposure pattern formation process which forms a desired exposure pattern using the pattern formation part containing two or more display devices.

(b) The adjusting process which adjusts the display action of the display device which contributes to formation of the exposure pattern which should be exposed by the photosensitive substrate according to the exposing condition of the pattern exposed by the photosensitive substrate.

(c) The transfer process which transfers the exposure pattern formed in the pattern formation part to a photosensitive substrate.

[0038]

Since the display action of the display device which contributes to formation of the exposure pattern which should be exposed by the photosensitive substrate according to an adjusting process in the above-mentioned exposure method according to the exposing condition of the pattern exposed by the photosensitive substrate is adjusted, An exposed state can be controlled simply and promptly, using in extension the original function of a pattern formation part which generates the pattern equivalent to exposure pattern form as it is, and the exposure optimized by corresponding to various conditions including the process of order, etc. appropriately is attained.

[0039]

The exposure method concerning the 25th invention is the method of the 22–24th invention, and an adjusting process includes the correcting process which corrects the exposure pattern formed of a pattern formation part. In this case, correction of an exposure pattern can attain simply and efficiently light exposure adjustment, unevenness-of-exposure amendment and the light exposure adjustment according to the geometrical factor of the exposure pattern, the adjustment according to an individual exposing condition, etc.

[0040]

A manufacturing method of a micro device concerning the 26th invention manufactures a micro device using an exposure method of the 21–24th invention. In a manufacturing method of the above-mentioned micro device, since an above-mentioned exposure method is used, suitable exposure according to adjustment of a light exposure, amendment of unevenness of exposure, exposure



pattern form, etc. is attained, and a highly precise micro device can be manufactured by a high yield.

[0041]

[Mode for carrying out the invention]

[A 1st embodiment]

Drawing 1 is a figure showing outline composition of an exposure device concerning a 1st embodiment. This exposure device 10 has the illumination light source device 2, the mask device 4, and the projection lens 6. It has the stage device 7 and the main control part 8, and exposing treatment is performed by projecting a reflection pattern image of the variable pattern generation part VPG provided in the mask device 4 on plate (photosensitive substrate) PL laid in the stage device 7.

[0042]

Here, the illumination light source device 2 is provided with the following.

The illumination-light study system 21 which enters almost parallel light flux uniformly to the variable pattern generation part VPG provided in the mask device 4, performs uniform Lighting Sub-Division, and consists of a light source, a condenser, a collimate lens, etc.

The light-source-control system 23 which controls an operating state of the illumination-light study system 21.

This illumination-light study system 21 is having operation controlled by the main control part 8. Illumination-light IL obtained by equalizing illuminant light of a specified wavelength ejected from a light source can be entered in the variable pattern generation part VPG as almost parallel and uniform light flux, and the whole variable pattern generation part VPG can be illuminated uniformly.

[0043]

The illumination-light study system 21 can also be used as wavefront-splitting type Koehler illumination. In this case, although the illumination-light study system 21 comprises a light source, a collimate lens, an optical integrator (a fly eye lens, a rod type integrator, a diffraction element), a condenser, a field diaphragm, a relay lens, etc., An optical design is performed in consideration of the surface of the variable pattern generation part VPG which is an illuminated face inclining to an illumination-light axis. In such an illumination-light study system 21, illumination-light IL ejected from secondary light source images formed in the backside focal plane of each lens element of the fly eye lens as an optical integrator, for example is entered in the variable pattern generation part VPG in the state where it superimposed as a parallel pencil, respectively. By arranging an aperture diaphragm to the position of the secondary light source formed with a fly eye lens, or its neighborhood, and adjusting the opening diameter, The sigma value (ratio of the caliber of secondary light source images on the pupil surface over the path of opening EP of the pupil surface of the projection lens 6) which is an important factor which determines Lighting Sub-Division conditions can be set as a desired value. The sigma value as Lighting Sub-Division conditions can be continuously made variable by an efficient basis by introducing a zoom optical system.

[0044]

The mask device 4 is provided with the following.

The variable pattern generation part VPG which is an electronic mask system which generates the variable exposure pattern which should be projected on plate PL which it was illuminated with the illumination light source device 2, and was laid in the stage device 7, and is a light figure formation part.

The mask holder 41 which supports the variable pattern generation part VPG.

The mask control system 43 which controls the operating state of the variable pattern generation part VPG.

[0045]

The variable pattern generation part VPG consists of digital mirror devices (DMD) which are nonluminescent type image display elements, for example, and are called a spatial-light-modulation machine here. By leading to the specific direction which reflects and deflects incident light in the element unit arranged in two dimensions, and has the projection lens 6, the intensity of the incident light to the projection lens 6 can be modulated spatially. Although the mask holder 41 holds the variable pattern generation part VPG fixed to the projection lens 6, it can adjust the posture over the projection lens 6 of the variable pattern generation part VPG with alignment in that case. That is, while being able to make it move suitably in two dimensions in a field vertical to the standard optic axis AX by the mask holder 41, the variable pattern generation part VPG can rotate only a desired angle of rotation around the standard optic axis AX, or a tilt can be carried out to the standard optic axis AX. Under the present circumstances, the position of the variable pattern generation part VPG is measured by the laser interferometer (un-illustrating) etc. which were formed in the mask holder 41, and is outputted to the mask control system 43. The mask control system 43 adjusts the position of the variable pattern generation part VPG based on this measurement data. The mask control system 43 can constitute a control means with the control section 8, and can make a display action perform to the variable pattern generation part VPG based on the instructions and data which are outputted from the main control part 8. The posture of each micro mirror specifically arranged by two-dimensional matrix form by the pixel unit on the surface of the variable pattern generation part VPG based on the picture or pattern information which should be generated to the variable pattern generation part VPG is electronically controlled via the actuator provided in each micro mirror. The ON state by which each micro mirror draws illumination-light IL in the standard optic-axis AX direction of the projection lens 6 by this. Binary operation of the illumination-light IL is carried out between the OFF states led to the non-exposure optical path from which it separated from the standard optic axis AX of the projection lens 6, and it generates as the whole variable pattern generation part VPG, desired reflection pattern, i.e., exposure pattern. The mask control system 43 can change the display pattern which should be generated to the variable pattern generation part VPG based on the pattern information outputted one by one from the main control part 8. Thereby, the exposure pattern formed in the variable pattern generation part VPG can be suitably changed synchronizing with movement of plate PL laid in the stage device 7.

[0046]

The projection lens (projection optical system) 6 is a projection means which consists of a telecentric optical system of actual size for example, it comprised optical element lens systems, such as a dioptric lens, for example. Image light IM of the variable pattern generation part VPG illuminated by illumination-light IL is projected for magnification suitable on plate PL arranged on an exposed side. The projection optical system 6 can also be constituted from a catadioptric system and a catoptric system, without restricting to a dioptric system.

[0047]

The stage device 7 is provided with the following.

It is for making it move with predetermined speed to the projection lens 6, where plate PL is aligned and supported, and is the

stage 71.

The stage driving system 73 which controls the operating state of the stage 71.

The stage 71 can be aligned to the projection lens 6 by driving to the stage driving system 73, and moving in three dimensions in accordance with the inside of a field vertical to the standard optic axis AX, and the standard optic axis AX, or inclining suitably to the standard optic axis AX. The stage 71 can be driven to the stage driving system 73, and can be moved to a prescribed direction (for example, transverse direction in alignment with space) vertical to the standard optic axis AX at the rate of a request. Scanning exposure to which plate PL is moved synchronizing with change of the display image generated to the variable pattern generation part VPG is enabled. The position of the stage 71 is measured by a laser interferometer, a focus sensor (un-illustrating), etc. which were formed in the stage driving system 73, and is outputted to the main control part 8. The main control part 8 can drive the motor etc. which were formed in the stage driving system 73 based on this position information, and can move plate PL to a target position at the rate of a request.

[0048]

The main control part 8 operates the illumination light source device 2, the mask device 4, and stage device 7 grade to suitable timing, and makes the proper place on plate PL project the image of the variable pattern generation part VPG. Under the present circumstances, the main control part 8 performs scanning exposure by scrolling the exposure pattern formed in the variable pattern generation part VPG via the mask control system 43 synchronizing with this, moving plate PL at a suitable speed. The internal organs of the memory storage, such as a hard disk, are carried out to the main control part 8, and the exposure data file is stored in this memory storage. The contents of processing which are needed for it when exposing plate PL in an exposure data file, and its processing order are memorized, and it is 1 as what is called recipe data for these the processings of every. The transfer data of the light exposure to the pattern and plate PL which should be transferred on plate PL, etc., 2 The information (for example, spectral characteristic of a resist) about the resist applied on plate PL, 3 Needed resolution, 4 Preset values (illumination-light study characteristic information), such as a correction amount about the various characteristics of the illumination light source device 2, 5 Preset values (projection optics characteristic information), such as a correction amount about the various characteristics of the projection lens 6, and 6 Varieties of information, such as information about the surface smoothness of plate PL, are included. Above 2 ~\*6. Constituting \*\* and the exposing condition explained below, the main control part 8 optimizes operation of the illumination light source device 2, the mask device 4, and stage device 7 grade based on these exposing conditions.

[0049]

The display speed V2 in the projection pattern scanning direction displayed by the variable pattern generation part VPG when setting the scan speed of the plate stage 71 holding plate PL to V1 here and setting projecting magnification of the projection means 6, i.e., a projection optical system, to beta,

$V2=V1/\beta$

It becomes. Therefore, when the magnification of the projection means 6 has magnifying power. When the display speed V2 in the scanning direction of the variable pattern generation part VPG becomes slower than the speed V1 of the stage 71 and the magnification of the projection means 6 has reducing magnification conversely, the display speed V2 in the scanning direction of the variable pattern generation part VPG becomes larger than the speed V1 of the stage 71.

[0050]

The exposure device 10 is provided with the following.

The illumination-light sensing device 91 which is a measurement means for detecting the intensity of illumination-light IL generated from the illumination light source device 2 as other elements.

The reflected-light sensing device 93 which is a detection means of a detection sake about the state of the branching illumination light BL led to the non-exposure optical path from the mask device 4.

The exposing light sensing device 95 which is the photoelectric detection means or measurement means for detecting the illumination of exposing light EL projected on plate PL through the projection lens 6.

[0051]

The first illumination-light sensing device 91 is provided with the following.

The penetrable mirror 91a which branches in a part of illumination-light IL ejected from the illumination light source device 2.

The lens 91b for image formation.

The light volume sensor unit 91c into which illumination-light IL which passed through the lens 91b enters.

Sensor interface part 91d.

The light volume sensor unit 91c consists of a one-dimensional sensor array etc., and measures the change with time of the luminous energy distribution integrated to the scanning direction of the variable pattern generation part VPG among directions vertical to the optic axis of illumination-light IL ejected from the illumination light source device 2, or total light volume. The light volume detected by the light volume sensor unit 91c is integrated to the scanning direction (Y shaft orientations) of the variable pattern generation part VPG, and such addition luminous energy distribution is measured corresponding to each position of an X axial direction vertical to a scanning direction. The sensor interface part 91d intervenes between the light volume sensor unit 91c and the main control part 8, performs signal processing, and transmits the luminous energy distribution and the total light volume of illumination-light IL which were measured by the light volume sensor unit 91c one by one to the main control part 8 according to the command signal from the main control part 8.

[0052]

The following reflected-light sensing device 93 is provided with the following.

The light volume sensor unit 93c into which the branching illumination light BL which is reflected by the micro mirror of the OFF state which constitutes the variable pattern generation part VPG, and is ejected out of an optical path (non-exposure optical path) enters.

Sensor interface part 93d.

The light volume sensor unit 93c consists of a one-dimensional sensor array or a two-dimensional sensor array, and it has the resolution corresponding to the density of each micro mirror which constitutes the variable pattern generation part VPG in order to detect the non-exposure pattern formed of the branching illumination light BL. Thereby, since the reflection intensity distribution from each micro mirror, etc. can be individually measured now, the picture element defect and malfunction of the variable pattern generation part VPG can be detected, and the shadow of the detailed garbage adhering to each micro mirror can be measured. The variation in the reflectance from each micro mirror, etc. are measurable. The sensor interface part 93d

intervenes between the light volume sensor unit 93c and the main control part 8, performs signal processing, and transmits the two-dimensional intensity distribution of the branching illumination light BL measured by the light volume sensor unit 93c one by one to the main control part 8 according to the command signal from the main control part 8. The Measurement Division by the light volume sensor unit 93c is performed to the timing from which all illumination-light ILs are ejected as the branching illumination light BL out of an optical path in principle, the interval VPG, i.e., the variable pattern generation part, of operation of the mask device 4.

[0053]

The last exposing light sensing device 95 is provided with the following.

The light volume sensor unit 95c which detects exposing light EL which is fixed on the stage 71 and projected with the projection lens 6.

Sensor interface part 95d.

The light volume sensor unit 95c consists of a single sensor or a one-dimensional sensor array, and can measure the illumination of exposing light EL which passed through the projection lens 6 as a two-dimensional map-like measurement value by cooperating with the stage 71 and the stage driving system 73, and moving in a field vertical to the standard optic axis AX.

Thereby, the change with time of the two-dimensional illuminance distribution of exposing light EL or total light volume projected with the projection lens 6 is measurable. The sensor interface part 95d intervenes between the light volume sensor unit 95c and the main control part 8, performs signal processing, and transmits the intensity of exposing light EL measured by the light volume sensor unit 95c one by one to the main control part 8 according to the command signal from the main control part 8. It is in the state before the exposure which lays plate PL, for example on the stage 71, and the Measurement Division by the light volume sensor unit 95c is performed in the mask device 4 by a whole displaying condition, i.e., the state where all illumination-light ILs are led to the projection lens 6 by setting all the pixels of the variable pattern generation part VPG to ON.

[0054]

Drawing 2 is a perspective view which illustrates notionally the relation between pattern PA generated by the variable pattern generation part VPG provided in the mask device 4, and projection image PI formed in the projection area EA suitably set up on plate PL. It is projected on pattern PA generated by the variable pattern generation part VPG as projection image PI of an inverted state on the projection area EA. While the projection area EA is moved to Y shaft orientations with constant speed with plate PL and projection image PI moves gradually on the projection area EA in connection with this, with constant speed, pattern PA takes a synchronization to -Y shaft orientations, and is scrolled. In a graphic display, corresponding to line pattern part LP gas in pattern PA, it is projected on line pattern LP gas into the projection area EA, but pattern PA does not change with scrolls in this case, but exposure pattern EP of the line form prolonged in Y shaft orientations is formed.

[0055]

Drawing 3 is a figure which illustrates notionally the pixel structure of the variable pattern generation part VPG. The variable pattern generation part VPG has rectangular viewing-area DA, and is provided with the micro mirror MM of a large number arranged by matrix form in this viewing-area DA. The drive circuit is formed behind each micro mirror MM, the posture of each micro mirror MM is controlled individually, and switching of a binary is carried out between an OFF state parallel to the field of viewing-area DA, and the ON state which has a predetermined angle of inclination to the field of viewing-area DA. Drawing 3 shows the state where the variable pattern generation part VPG was observed from the undersurface, and if the exposure pattern formed in the variable pattern generation part VPG is made to correspond to drawing 2, it will be scrolled by -Y shaft orientations.

[0056]

Here, viewing-area DA consists of fundamental basic partition DA0 (field corresponding to the required minimum light exposure of all the patterns) which is used for pattern formation and which is the 1st viewing area, and reserve area DA1 which are the 2nd preliminary viewing area that is not usually used for pattern formation. Only by being based on exposure by basic partition DA0, when light exposures run short, reserve area DA1 of the latter is used in order to compensate this and to attain a target light exposure. Therefore, reserve area DA1 is a range required for amendment of a light exposure, it has the width for tens of pixels from several pixels about Y shaft orientations which are scanning directions, and has the width of the same pixel number as basic partition DA0 about the X axial direction which intersects perpendicularly with a scanning direction. This reserve area DA1 is back located about scrolling of a pattern. That is, the light is switched on in the position corresponding to the target point on plate PL, and reserve area DA1 can adjust the light exposure of the target point on plate PL by a pixel unit, after the pattern image of basic partition DA0 moves on plate PL. And the region of accommodation of the light exposure serves as light volume corresponding to the width (it is 3 pixels when illustrating to drawing 3) of Y shaft orientations of reserve area DA1.

[0057]

Drawing 4 illustrates correspondence in case a defect pixel exists in the variable pattern generation part VPG. When shown in drawing 4 (a), three defect pixel DE shown by HATCHING exists in basic partition DA0, and the deficiency of light quantity for 2 pixels occurs at the maximum about Y shaft orientations which are scanning directions. Then, as shown in drawing 4 (b), in the X coordinates each position in which defect pixel DE exists, another point light (2 pixels or 1 pixel) corresponding to the addition defective pixel number of Y shaft orientations is carried out using reserve area DA1 provided in the upper part of Drawings.

[0058]

Drawing 5 corresponds to drawing 4 (b), and explains scrolling of a pattern by the variable pattern generation part VPG. Drawing 5 (a) - drawing 5 (h) show advance of later on scrolling of a drawing number, and a maximum of 2 pixels precedes them in reserve area DA1 with movement (it descends on Drawings) of pattern edge ED, begin to turn them on, and it ranks second. It is gradually begun to switch on the light from an upper part pixel row which adjoins reserve area DA1 in basic partition DA0, and lighting of basic partition DA0 is completed.

[0059]

Drawing 6 is a graph explaining the role of reserve area DA1. In this graph, a horizontal axis shows the picture element position Px about an X axial direction, and a vertical axis shows the light exposure expected, the illumination Px, i.e., each picture element position, in each picture element position Px. If reserve area DA1 is not utilized as shown in drawing 4 (a), as shown in drawing 6 (a), light exposures run short in the picture element position corresponding to defect pixel DE. On the other hand, if reserve area DA1 is utilized as shown in drawing 4 (b), as shown in drawing 6 (b), shortage of a light exposure can be relieved and a uniform light exposure can be attained. Although it turns out that it is desirable to secure the width of the scanning direction of reserve area DA1 more than the number of addition of the picture element defect which exists in a scanning direction. When the width of reserve area DA1 is less than the number of addition of a picture element defect, and only a required row number changes the

pixel row of the direction which intersects perpendicularly with the scanning direction of basic partition DA0 to reserve area DA1, the unevenness of exposure resulting from a picture element defect can be avoided. In this case, it may be necessary to reduce the whole light exposure.

[0060]

Drawing 7 (a) - drawing 7 (h) are the figures explaining the modification of scrolling of the pattern by the variable pattern generation part VPG. In this case, unlike scrolling shown in drawing 5 (a) - drawing 5 (h), this reserve area DA1 is ahead located about a scroll direction. Therefore, although the light is gradually put out from a bottom pixel row in basic partition DA0 with movement (it goes up on Drawings) of pattern edge ED, finally in reserve area DA1, a maximum of 2 pixels remains, and lighting is maintained.

[0061]

Particles, such as garbage, adhere on the variable pattern generation part VPG or the outskirts of it, and drawing 8 illustrates correspondence in case a display will be imperfect. When shown in drawing 8 (a), it exists in basic partition DA0, circular shadow PS (KERARE), i.e., protection from light, which are shown by HATCHING. Before and after the optical path of the variable pattern generation part VPG, particles, such as garbage, are arranged and adhered as a shielding body, and are formed, and the deficiency of light quantity for 3 pixels generates this shadow P at the maximum about Y shaft orientations which are scanning directions. Then, as shown in drawing 8 (b), in the X coordinates each position in which shadow PS exists, 1-3-pixel another point light corresponding to the addition defective pixel number of Y shaft orientations is carried out using reserve area DA1. That is, reserve area DA1 is made to turn on additionally about the scanning direction where shadow PS exists, and it compensates for deficiency of light quantity.

[0062]

Although particles, such as garbage adhering to a projection lens, serve as an image which faded and decrease a light exposure, they can correct deficiency of light quantity by the same view as the above.

[0063]

Drawing 9 is a figure explaining the role of reserve area DA1. If reserve area DA1 is not utilized as shown in drawing 8 (a), as shown in drawing 9 (a), light exposures run short in the picture element position corresponding to shadow PS. On the other hand, if reserve area DA1 is suitably utilized as shown in drawing 8 (b), as shown in drawing 9 (b), shortage of a light exposure can be relieved and a comparatively uniform light exposure can be attained. Equalizing a light exposure correctly like [ when the unevenness of a light exposure arises by shadow PS of a shielding body / in the case of being a picture element defect ] can prevent serious unevenness of exposure from occurring by extinction with going too far difficult \*\*\*\* simply and certainly. Since the image of the variable pattern generation part VPG is not projected as it is on plate PL but the Japanese quince of the image by diffraction of light arises unescapable, the level difference of edge shape as shown in the curve of drawing 9 (b) is not produced.

[0064]

Drawing 10 illustrates correspondence in case illumination unevenness \*\*\*\*\* unevenness of exposure arises by the unevenness of the luminance distribution of illumination-light IL which enters into the mask device 4, and the reflectance of the variable pattern generation part VPG. Drawing 10 (a) corresponds to the measuring result by the illumination-light sensing device 91, and illustrates the amount of optical scans which integrated the light volume of illumination-light IL about Y shaft orientations in each picture element position about an X axial direction vertical to a scanning direction. In this case, as for the amount of optical scans, light volume is decreasing by the central site. Drawing 10 (b) is a figure explaining the effect at the time of using reserve area DA1 in the variable pattern generation part VPG shown in drawing 3 etc., By canceling the unevenness of the light exposure shown in drawing 10 (a) using the measuring result by the illumination-light sensing device 91 shows that the whole plate PL is covered and comparatively uniform illuminance distribution can be realized.

[0065]

Although drawing 10 explains that the unevenness of the luminance distribution of illumination-light IL or the reflection output of the variable pattern generation part VPG is compensated, and uniform illuminance distribution can be attained, it may originate in the unevenness of the penetration characteristic of the projection lens 6, etc., and illumination unevenness may arise on plate PL. covering the whole plate PL like the case of drawing 10 (b) by turning on reserve area DA1 so that the illumination unevenness on plate PL may be offset using the measuring result by the exposing light sensing device 95 also in such a case -- comparatively uniform illuminance distribution \*\*\*\*\* -- uniform exposure can be attained.

[0066]

Although explanation of drawing 10 explains that the homogeneity of the illumination of illumination-light IL or exposing light EL is attained by reserve area DA1 provided in the variable pattern generation part VPG. If the absolute value of the illumination obtained with the illumination-light sensing device 91 or the exposing light sensing device 95 is used, it can be coped with also when changing temporally the illumination of illumination-light IL or exposing light EL. That is, the variable pattern generation part VPG can be operated so that temporal change of the output of illumination light source device 2 grade may be offset, and exposure precision and a product yield can be raised.

[0067]

Drawing 11 - drawing 13 are the figures explaining the relation between line width and a light exposure. Among these, drawing 11 shows the case where the isolated line is formed, drawing 12 shows the case where an isolated space is formed, and drawing 13 shows the formation at the time of forming the pattern of a line & space. In each graph, a horizontal axis shows the distance (micrometer) on plate PL, and a vertical axis shows the result of the wave optics simulation of the light exposure at the time of the best focus of a line with a line width of 2-3 micrometers or a space. Line width and an interval (W:micrometer unit) are shown in the right-hand side of the graph. To form a detailed line and a line & space so that clearly from these graphs, there is a tendency for light exposures to run short rather than the case where a thick line etc. are formed, and it is necessary to make the amount of illumination light increase so that this may be compensated.

[0068]

Drawing 14 is a graph which shows the result of having carried out the simulation of the change of the optimum light exposure at the time of changing the line width of the pattern of a line & space. A horizontal axis shows the pattern width of a line & space pattern, and a vertical axis shows the optimal light exposure, in order to attain such pattern width (the optimal way light volume with a pattern width of 10 micrometers is standardized as 1). If pattern width is set to 5 micrometers or less so that clearly also from a graph, an optimum light exposure will increase gradually, and when it is the pattern width which is 1 micrometer, it is necessary to secure an about 1.5-time light exposure as compared with the case where it is the pattern width which is 5

micrometers.

[0069]

Suppose that optimization of a light exposure is attained by fine adjustment which makes plate PL fluctuate the light exposure of each part corresponding to the line width and form of a pattern which should be exposed eventually by this embodiment from the above situation. Specifically a wave optics simulation can be performed from an exposure pattern, the optimal light exposure can be computed about each point on plate PL, and rationalization of a light exposure can be attained about every pattern which should be exposed on plate PL. A linewidth generally increases in a thin part and such an optimum light exposure generally decreases in a portion with a thick linewidth. Size generally increases in a small area part, and an optimum light exposure generally decreases in an area part with big size. The light exposure computed about each point on plate PL is kept on the table which it was converted into the display pattern and scrolling of the variable pattern generation part VPG, and was established in the memory storage of the main control part 8. If the optimum light exposure does not need to calculate by performing a wave optics simulation for every transfer pattern, the correction amount of a light exposure is set up based on geometrical elements, such as line width, and it memorizes on the table etc. beforehand. Based on the geometrical characteristic of each part of a transfer pattern, an approximate optimum light exposure is simply reckonable. That is, the light exposure of various pattern parts can be set as a proper value by adjusting lighting of reserve area DA1 provided in the variable pattern generation part VPG, taking into consideration the line width of the target pattern part, form and its size, an adjoining kind, an interval of a pattern, etc.

[0070]

Drawing 15 is a figure explaining how to optimize a light exposure in consideration of the form of a transfer pattern. Here, drawing 15 (a) – drawing 15 (d) of the upper row are a figure explaining the initial stage of scrolling of the pattern by the variable pattern generation part VPG. In this case, reserve area DA1 is ahead located about a scroll direction like the case of drawing 7. The portion which performed black hatching in this case is a line part upon which the illumination light shines, and it has four kinds of widths of 1–4 pixels. Drawing 15 (e) – drawing 15 (h) of the middle are a figure explaining the interim phase of scrolling of the pattern by the variable pattern generation part VPG. Each pattern of four kinds of width is moving to –Y shaft orientations by one pixel unit. Drawing 15 (i) of the lower berth – drawing 15 (l) are the figures explaining the culmination of scrolling of the pattern by the variable pattern generation part VPG. In the state of drawing 15 (j), the pattern of 1 pixel and 2-pixel width is turned on among four kinds of patterns by reserve area DA1 which extended basic partition DA0 [ 1-pixel ]. In the state of drawing 15 (k), the pattern of 2-pixel width is turned on by reserve area DA1 which extended basic partition DA0 [ 2-pixel ], and the pattern of 2-pixel width is turned on in the state of drawing 15 (l) by reserve area DA1 which extended basic partition DA0 [ 3-pixel ]. That is, if based on the pattern of 4-pixel width, the light exposure of the pattern of 2-pixel width has increased by 1 pixel, and the light exposure of the pattern which is 1-pixel width has increased by 2 pixels. Thus, by adjusting the pixel number of the scanning direction made to turn on by reserve area DA1 according to line width, the light exposure of each transfer pattern can be optimized and precision improvement of pattern transfer can be planned.

[0071]

Overall operation of the exposure device 10 hereafter applied to a 1st embodiment shown in drawing 1 etc. is explained. The variable pattern generation part VPG in which the pattern was formed is uniformly illuminated by illumination-light IL from the illumination-light study system 21. The light flux reflected by the pattern of the variable pattern generation part VPG forms the image of a mask pattern via the projection lens 6 on plate PL which is a photosensitive substrate. And a desired pattern is gradually exposed by the whole surface of plate PL by scrolling the pattern formed in the variable pattern generation part VPG synchronizing with this, scanning plate PL in Y shaft orientations in the flat surface which intersects perpendicularly with the optic axis AX of the projection lens 6, i.e., a standard optic axis. Under the present circumstances, the main control part 8 makes reserve area DA1 of the variable pattern generation part VPG turn on according to the form etc. of the pattern which should be eventually transferred to plate PL via the mask control system 41 which constitutes a controller with this, adjusts the light exposure of each part, and attains optimization of a light exposure. Based on the detection result of the illumination-light sensing device 91, the reflected-light sensing device 93, and the exposing light sensing device 95, reserve area DA1 of the variable pattern generation part VPG is turned on so that the illumination unevenness on plate PL may be offset. It can attain covering the whole plate PL and carrying out comparatively uniform illuminance distribution by this.

[0072]

Drawing 16 is a flow chart which explains a part of exposure operation by the exposure device 10 in detail.

[0073]

First, in the main control part 8, the CAD data of a transfer pattern is read among data required for transfer (Step S11). This transfer pattern is equivalent to the pattern eventually exposed on plate PL.

[0074]

Next, in the main control part 8, the exposing condition of this process is read and it opts for fundamental operation of the exposure device 10 (Step S13). Namely, while determining fundamental conditions, such as a standard light exposure required for the output of a light source, and pattern formation, based on resist information, required resolution, and illumination-light study characteristic information, projection optics characteristic information, etc., Parameters for scanning exposure, such as a scroll rate (display speed) of the pattern generated to the variable pattern generation part VPG and movement speed of plate PL, are determined.

[0075]

Next, in the main control part 8, the mask pattern which is basic pattern which should be formed in the variable pattern generation part VPG is computed based on the CAD data of a transfer pattern (Step S15). This mask pattern is what planned scrolling for scanning exposure, and serves as an indicative data as time top delivery. Under the present circumstances, an optimum light exposure is computed according to the line width of a transfer pattern, the form of each field, a size, etc., the lighting number and lighting timing of reserve area DA1 are calculated according to this, and a mask pattern is adjusted based on such data.

[0076]

Next, the main control part 8 obtains the mask pattern which computes the correction amount of a mask pattern as a controller or a corrected part based on the exposing condition acquired at the above-mentioned step S13, and suits an exposing condition (Step S17). A mask pattern is corrected in order to specifically adjust exposure time by a pixel unit according to the sigma value of illumination-light IL formed by the illumination light source device 2 (the lighting number of reserve area DA1 is made to specifically increase). Also when deformation illumination (for example, 4 very zona-orbicularis Lighting Sub-Division and multi-

electrode Lighting Sub-Division, such as Lighting Sub-Division) which corrects suitably the luminosity kicked to an illuminated field with the illumination light source device 2 and an illuminated field is performed, a mask pattern is corrected in order to adjust exposure time by a pixel unit according to the condition.

[0077]

Next, the main control part 8 measures the illuminance distribution of illumination-light IL ejected from the illumination light source device 2 based on the luminous energy distribution acquired from the illumination-light sensing device 91 (Step S19). In this case, the luminous energy distribution integrated to the scanning direction of the variable pattern generation part VPG is measured corresponding to each position of an X axial direction vertical to this.

[0078]

Next, the main control part 8 checks a mask image based on the output of the reflected-light sensing device 93 (Step S21). While checking the picture element defect of the variable pattern generation part VPG, adhesion of garbage, etc. based on the two-dimensional intensity distribution of the branching illumination light BL specifically altogether obtained from the reflected-light sensing device 93 by making the variable pattern generation part VPG into an OFF state, the picture element position is pinpointed.

[0079]

Next, in the main control part 8, the illumination of exposing light EL which passed through the projection lens 6 based on the output of the exposing light sensing device 95 is measured as a two-dimensional map-like measurement value (Step S23). Under the present circumstances, in order to remove the influence of the illumination-light sensing device 91 or the variable pattern generation part VPG, the difference to the illuminance distribution acquired from the illuminance distribution of exposing light EL by the light volume sensor unit 93c of the reflected-light sensing device 93 is computed. Thereby, only the illuminance distribution resulting from the projection system of projection lens 6 grade can be extracted.

[0080]

Next, in the main control part 8, the amount of initial correction is computed based on addition luminous energy distribution, a defect position, illuminance distribution, etc. which were acquired by Step S15, S17, and S19 (Step S25). By originating in the characteristic, a defect, etc. of the illumination light source device 2, the variable pattern generation part VPG, and projection lens 6 grade, conventionally, although this amount of initial correction is an inescapable error factor, it avoids such an error factor by correction of a mask pattern with the exposure device 10 of this embodiment, so that it may explain below.

[0081]

Here the portion of the amount of initial correction based on addition luminous energy distribution. It is converted into the number which is arranged at right angles to the direct direction (X axial direction) of a scanning direction as a correction amount common to the pixel arranged in the variable pattern generation part VPG in the scanning direction (Y shaft orientations) and which is registered for every picture element position and turns on reserve area DA1 of the variable pattern generation part VPG (refer to drawing 10). The portion of the amount of initial correction based on a defect position is also registered as a correction amount common to the pixel row of the scanning direction where a defect etc. are projected in the variable pattern generation part VPG, and is converted into the number which turns on reserve area DA1 of the variable pattern generation part VPG (refer to drawing 4 - drawing 9). On the other hand, in each point of a transfer pattern, the portion of the amount of initial correction based on illuminance distribution may be set up based on the measuring result by the exposing light sensing device 95, and is set up in each timing of movement of the pixel unit by scrolling of the pattern formed in the variable pattern generation part VPG. Therefore, the portion of the amount of initial correction based on illuminance distribution is converted into the number and the position which turn on each pixel which constitutes reserve area DA1 provided in the variable pattern generation part VPG in each timing of scrolling.

[0082]

Next, in the main control part 8, based on the amount of initial correction obtained at Step S25, the correction amount of a mask pattern is computed as a controller or a corrected part, and the mask pattern corresponding to the amount of initial correction is obtained (Step S27). This amount of initial correction was equivalent to the number which turns on reserve area DA1 of the variable pattern generation part VPG, compensated the illuminance distribution of the illumination light source device 2, canceled the influence of the defect and garbage which were produced in the variable pattern generation part VPG, and has compensated the characteristic of the projection lens 6 grade. The transfer pattern eventually formed in plate PL by this can be made into the target form and a size with high degree of accuracy.

[0083]

Next, based on the directions from the main control part 8, the scanning exposure processing by the exposure device 10 is started (Step S29). That is, it holds aligning plate PL on the stage 71, and the variable pattern generation part VPG is illuminated by illumination-light IL from the illumination-light study system 21. In that case, the image of the pattern displayed by the variable pattern generation part VPG on plate PL is projected by displaying on the variable pattern generation part VPG the mask pattern obtained at Step S27 via the mask control system 43 which constitutes a controller with the main control part 8. And the pattern formed in the variable pattern generation part VPG synchronizing with this is scrolled to an opposite direction, starting a scan for plate PL to Y shaft orientations to the projection lens 6.

[0084]

Next, it is judged whether exposure was completed or not (Step S31). That is, exposure is performed all over plate PL on the stage 71, and it is judged whether the pattern corresponding to the transfer pattern incorporated at Step S11 all over plate PL was formed.

[0085]

Exposure is not completed at the beginning, but it progresses to Step S33, and it is judged whether illumination change of the illumination light source device 2 is an acceptable value. The illuminance distribution of illumination-light IL specifically ejected from the illumination light source device 2 based on the luminous energy distribution acquired from the illumination-light sensing device 91 is measured, and this value measures the quantity changed from the original value. Such an amount of change of illuminance distribution is computed corresponding to each picture element position of an X axial direction vertical to this as a value integrated to the scanning direction of the variable pattern generation part VPG. Thus, obtained illumination change is compared with an acceptable value for every picture element position of an X axial direction.

[0086]

When illumination change is judged to have exceeded the acceptable value at Step S33, the amount of initial correction obtained at Step S25 is changed, and the mask pattern corresponding to such change is obtained (Step S35). Thereby, the mask device 4



with which luminosity change of the illumination-light study system 21, the characteristic fluctuation of the exposure lens 61, etc. can be compensated in real time can be provided.

[0087]

When illumination change was judged to be in an acceptable value at Step S33, after changing the correction amount by a mask pattern at Step S35, it is judged whether the defect of a new picture, etc. arose in the variable pattern generation part VPG etc. (Step S37).

[0088]

When it is judged that the defect of a new picture, etc. arose at Step S37, the correction amount obtained at the amount of initial correction or Step S5 obtained at Step S25 is changed, and the mask pattern corresponding to such change is obtained (Step S39). The mask device 4 which can cancel by this the influence of the defect and garbage which were produced in the variable pattern generation part VPG in real time can be provided.

[0089]

Exposing treatment is continued returning to Step S31 and repeating processing to Step S39, after changing the correction amount by a mask pattern at Step S39, when it was judged that an image defect etc. did not exist at Step S37. On the other hand, when judged as the completion of exposure at Step S31, a series of exposing treatment is completed and processing is ended. Thus, the transfer pattern (pattern generated by a latent image and subsequent development) eventually formed in plate PL serves as target form and size, and highly precise exposure is attained.

[0090]

[A 2nd embodiment]

Hereafter, the projection exposure method concerning a 2nd embodiment of this invention is explained. This projection exposure method is a manufacturing method of the micro device which uses the exposure device of a 1st embodiment by a lithography process. In this case, the semiconductor device as a micro device is obtained by forming predetermined patterns (a circuit pattern, an electrode pattern, etc.) on a wafer.

[0091]

Drawing 17 is a flow chart for explaining the manufacturing method of the semiconductor device as a micro device. First, in Step S40 of drawing 17, a metal membrane is vapor-deposited on a wafer. In the following step S42, photoresist is applied on the metal membrane on a wafer, and the photosensitive substrate which is a wafer is prepared. Then, by using the exposure device and method concerning a 1st embodiment of the above in Step S44, The image of the pattern scrolled on the variable pattern generation part VPG which functions as a mask (reticle) is projected via the projection lens 6 on the wafer (it corresponds to plate PL of drawing 1) which moves by scan. Thereby, the exposure pattern which has desired form is precisely transferred by the wafer.

[0092]

Then, in the step S48 after development of the photoresist layer on a wafer was performed and the resist pattern was formed in Step S46, By etching by using a resist pattern as a mask on a wafer, the wafer in which the circuit pattern corresponding to the exposure pattern generated on the variable pattern generation part VPG was formed is prepared. Then, devices, such as a semiconductor device, are manufactured by performing formation of the circuit pattern of an upper layer, etc. on the substrate into which the wafer was processed. According to the above-mentioned semiconductor device manufacturing method, the semiconductor device which has a circuit pattern which has very detailed and precise line width, an interval, etc. can be obtained with a sufficient throughput.

[0093]

[A 3rd embodiment]

Hereafter, the projection exposure method concerning a 3rd embodiment of this invention is explained. Drawing 18 is a flow chart for explaining how to manufacture the liquid crystal display element as a micro device, using the exposure device of a 1st embodiment. In this case, the liquid crystal display element as a micro device is obtained by forming a predetermined pattern on a glass substrate.

[0094]

In the pattern formation process (Step S50) of drawing 18, What is called an optical lithography process of carrying out transfer exposure of the pattern scrolled on the variable pattern generation part VPG to the photosensitive substrates (glass substrate etc. in which the resist was applied) which are plate PL like the case of a 2nd embodiment is performed using the exposure device of a 1st embodiment. Of this optical lithography process, the prescribed pattern containing many electrodes etc. is formed on plate PL. Then, plate PL after processing shifts to the following light filter formation process (Step S52) as a substrate with which the predetermined pattern was formed by passing through each process, such as a developing process, an etching step, and a resist peeling process.

[0095]

In the following light filter formation process S52, the light filter which arranged the group of the filter of the stripe which many groups of three dots corresponding to R, G, and B are arranged by matrix form, or consists of three, R, G, and B, to two or more horizontal scanning line directions is formed. And (Step S54) is performed for a cell assembler after a light filter formation process (Step S52). Like this cell assembler, a liquid crystal panel, i.e., a liquid crystal cell, is assembled using the substrate which has the prescribed pattern obtained in the pattern formation process (Step S50), the light filter obtained with the light filter formation process (Step S52), etc.

[0096]

In (Step S54), a liquid crystal is poured in as a cell assembler between the substrate which has the prescribed pattern obtained in the pattern formation process (Step S50), for example, and the light filter obtained with the light filter formation process (Step S52), and he manufactures a liquid crystal panel. Then, each part articles in which the display action of the assembled liquid crystal panel is made to perform, such as an electric circuit and a back light, are attached, and it is made to complete as a liquid crystal display element at a module-assembly process (Step S56). According to the manufacturing method of an above-mentioned liquid crystal display element, the liquid crystal display element which has a circuit pattern which has precise line width, an interval, etc. can be obtained with a sufficient throughput.

[0097]

As mentioned above, although it was based on the embodiment and this invention was explained, this invention is not limited to the above-mentioned embodiment. For example, in the above-mentioned embodiment, although digital mirror devices (DMD) were used as the variable pattern generation part VPG, it can replace with this and other spatial-light-modulation machines, such as a

high-reflective-liquid-crystal display device (LCD) and an electrochromic display (ECD), can be used. It can replace with the variable pattern generation part VPG, and spontaneous light type image display elements, such as CRT, an EL display, and a LED display, can also be used. In this case, the illumination light source device 2 shown in drawing 1 becomes unnecessary. When reflection type space light modulators, such as DMD, are used as the variable pattern generation part VPG, can carry out direct detection of a picture element defect, garbage, etc. of the variable pattern generation part VPG by a reflected light, but. When a transmission type spatial-light-modulation machine and a spontaneous light type image display element are used, in order to detect a picture element defect, garbage, etc., insert a detector on the optical path of exposing light, or, A means to be near the variable pattern generation part VPG, and to detect the state of this variable pattern generation part VPG from the outside of the optical path of exposing light in picture will be formed.

[0098]

in the above-mentioned embodiment, basic partition DA0 and reserve area DA1 are provided in the variable pattern generation part VPG, and the illuminance distribution of the extinction by a picture element defect etc. or illumination-light IL is offset -- as -- operation -- now, although it is, Especially reserve area DA1 cannot be provided but amendment which offsets the illuminance distribution of the extinction by a picture element defect etc. or illumination-light IL only by basic partition DA0 can also be performed.

[0099]

Although the light exposure is adjusted in the above-mentioned embodiment by making the viewing area of each pixel which constitutes the variable pattern generation part VPG fluctuate, The light exposure in each point on plate PL can also be adjusted by adjusting the lighting times or display time (duty ratio of one of lighting times or display time, and OFF) of each pixel. The light exposure in each point on plate PL can be adjusted also by adjusting the transmitted light amount of each pixel of the variable pattern generation part VPG.

[0100]

Although the variable pattern generation part VPG in which the lattice-like pixel is formed is used in the above-mentioned embodiment, the variable pattern generation part VPG without such regularity can also be used.

[0101]

Although the pattern of the variable pattern generation part VPG is scrolled in the above-mentioned embodiment, scanning plate PL to Y shaft orientations to the projection lens 6, After making Y shaft orientations carry out step moving of the plate PL to an X axial direction to the projection lens 6 after the end of a scanning, the pattern of the variable pattern generation part VPG can also be scrolled scanning plate PL to Y shaft orientations again, and exposure of a wide area is attained in this case.

[0102]

Although the above-mentioned embodiment explained the case where an exposure device comprised a dioptric system fundamentally, all projection lens 6 grades can be transposed to the catoptric system or catadioptric system which has an equivalent or similar function.

[0103]

In the above-mentioned embodiment, when the pixel number of reserve area DA1 provided in the variable pattern generation part VPG is insufficient and an amendment limit is exceeded, the case where a light exposure cannot be optimized according to the form of a transfer pattern, etc., and the case where illumination etc. cannot be equalized may arise. In such a case, since the amendment limit was exceeded, or the homogeneity of exposure is unmaintainable in a standard, the warning to an operator shall be emitted from the main control part 8 as that by which rationalization of the exposure according to pattern shape is not attained. Even if it stops the whole light volume, basic partition DA0 is selectively changed to reserve area DA1 for light exposure amendment to apply light exposure amendment of the purpose. On the other hand, the exposure device 10 is corrected to stop the whole light volume. Correction of such an exposure device 10 means exchange of the variable pattern generation part VPG, cleaning, adjustment of the illumination light source device 2 which are spatial modulation elements.

[0104]

In explanation of the above-mentioned embodiment, although the transfer image is formed in plate PL by binary exposure called a part for an exposed part and a non-exposed area, the exposure called a half dose [ need / the half grade of the usual light exposure / to be exposed ] may be required. In this case, in the usual exposure region, utilize basic partition DA0 and reserve area DA1 which were provided in the variable pattern generation part VPG, expose a pattern with a desired light exposure, and in the field of a half dose. It is considered as a desired light exposure by thinning out suitably the lighting number of the pixel of the scanning direction of basic partition DA0, reducing the reflectance and transmissivity of each pixel, or shortening \*\*\*\*\* of the lighting times of each pixel.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a figure showing the outline composition of the exposure device concerning a 1st embodiment.

[Drawing 2] It is a perspective view explaining the relation between the pattern formed in a variable pattern generation mask, and the projection image on a plate.

[Drawing 3] It is a figure which illustrates the pixel structure of a variable pattern generation part notionally.

[Drawing 4] (a) and (b) are figures which illustrate correspondence in case a defect pixel exists in a variable pattern generation part.

[Drawing 5] (a) In the case where the picture element defect shown in drawing 4 exists, - (h) is a figure explaining scrolling of the pattern by a variable pattern generation part.

[Drawing 6] It is a graph explaining the role of the reserve area in a variable pattern generation part.

[Drawing 7] (a) - (h) is a figure explaining the modification of scrolling of the pattern by a variable pattern generation part.

[Drawing 8] (a) and (b) are figures which illustrate correspondence in case displaying becomes particles, such as garbage, adhere to a variable pattern generation part, and imperfect.

[Drawing 9] It is a graph explaining the role of the reserve area in a variable pattern generation part.

[Drawing 10] It is a figure which illustrates correspondence in case illumination unevenness and unevenness of exposure arise.

[Drawing 11] It is a graph explaining the relation between the line width in the case of an isolated line, and a light exposure.

[Drawing 12] It is a graph explaining the relation between the line width in the case of an isolated space, and a light exposure.

[Drawing 13] It is a graph explaining the relation between the line width in the case of a line & space, and a light exposure.

[Drawing 14] It is a graph which shows the result of having carried out the simulation of the change of the optimum light exposure at the time of changing line width.

[Drawing 15] (a) - (l) is a figure explaining how to optimize a light exposure in consideration of the form of a transfer pattern.



[Drawing 16] It is a flow chart which explains a part of exposure operation by an exposure device in detail.

[Drawing 17] It is a flow chart of the method of manufacturing the semiconductor device as a micro device concerning a 2nd embodiment.

[Drawing 18] It is a flow chart of the method of manufacturing the liquid crystal display element as a micro device concerning a 3rd embodiment.

[Explanations of letters or numerals]

2 [ -- Stage device, ] -- An illumination light source device and 4 -- A mask device and 6 -- A projection lens and 7 10 [ -- Mask holder, ] -- An exposure device and 21 -- An illumination-light study system and 23 -- A light-source-control system and 41 43 [ -- Stage driving system, ] -- A mask control system and 61 -- An exposure lens and 71 -- A stage and 73 91 -- An illumination-light sensing device and 91c -- A light volume sensor unit and 91 d -- Sensor interface part, 93 -- A reflected-light sensing device and 93c -- A light volume sensor unit and 93 d -- Sensor interface part, 95 -- An exposing light sensing device and 95c -- A light volume sensor unit and 95 d -- Sensor interface part, AX [ -- Basic partition, ] -- A standard optic axis and BL -- The branching illumination light and DA -- A viewing area and DA0 DA1 [ -- Image light and MM / -- A micro mirror, PA / -- A pattern and PI / -- A projection image and PL / -- A plate and EA / -- A projection area and PS / -- A shadow and VPG / -- Variable pattern generation part ] -- A reserve area and DE -- A defect pixel and IL -- The illumination light and IM

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

## [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a figure showing the outline composition of the exposure device concerning a 1st embodiment.

[Drawing 2]It is a perspective view explaining the relation between the pattern formed in a variable pattern generation mask, and the projection image on a plate.

[Drawing 3]It is a figure which illustrates the pixel structure of a variable pattern generation part notionally.

[Drawing 4](a) and (b) are figures which illustrate correspondence in case a defect pixel exists in a variable pattern generation part.

[Drawing 5](a) In the case where the picture element defect shown in drawing 4 exists, - (h) is a figure explaining scrolling of the pattern by a variable pattern generation part.

[Drawing 6]It is a graph explaining the role of the reserve area in a variable pattern generation part.

[Drawing 7](a) - (h) is a figure explaining the modification of scrolling of the pattern by a variable pattern generation part.

[Drawing 8](a) and (b) are figures which illustrate correspondence in case displaying becomes particles, such as garbage, adhere to a variable pattern generation part, and imperfect.

[Drawing 9]It is a graph explaining the role of the reserve area in a variable pattern generation part.

[Drawing 10]It is a figure which illustrates correspondence in case illumination unevenness and unevenness of exposure arise.

[Drawing 11]It is a graph explaining the relation between the line width in the case of an isolated line, and a light exposure.

[Drawing 12]It is a graph explaining the relation between the line width in the case of an isolated space, and a light exposure.

[Drawing 13]It is a graph explaining the relation between the line width in the case of a line & space, and a light exposure.

[Drawing 14]It is a graph which shows the result of having carried out the simulation of the change of the optimum light exposure at the time of changing line width.

[Drawing 15](a) - (l) is a figure explaining how to optimize a light exposure in consideration of the form of a transfer pattern.

[Drawing 16]It is a flow chart which explains a part of exposure operation by an exposure device in detail.

[Drawing 17]It is a flow chart of the method of manufacturing the semiconductor device as a micro device concerning a 2nd embodiment.

[Drawing 18]It is a flow chart of the method of manufacturing the liquid crystal display element as a micro device concerning a 3rd embodiment.

## [Explanations of letters or numerals]

2 [ -- Stage device, ] -- An illumination light source device and 4 -- A mask device and 6 -- A projection lens and 7 10 [ -- Mask holder, ] -- An exposure device and 21 -- An illumination-light study system and 23 -- A light-source-control system and 41 43 [ -- Stage driving system, ] -- A mask control system and 61 -- An exposure lens and 71 -- A stage and 73 91 -- An illumination-light sensing device and 91c -- A light volume sensor unit and 91 d -- Sensor interface part, 93 -- A reflected-light sensing device and 93c -- A light volume sensor unit and 93 d -- Sensor interface part, 95 -- An exposing light sensing device and 95c -- A light volume sensor unit and 95 d -- Sensor interface part, AX [ -- Basic partition, ] -- A standard optic axis and BL -- The branching illumination light and DA -- A viewing area and DA0 DA1 [ -- Image light and MM / -- A micro mirror, PA / -- A pattern and PI / -- A projection image and PL / -- A plate and EA / -- A projection area and PS / -- A shadow and VPG / -- Variable pattern generation part ] -- A reserve area and DE -- A defect pixel and IL -- The illumination light and IM

[Translation done.]

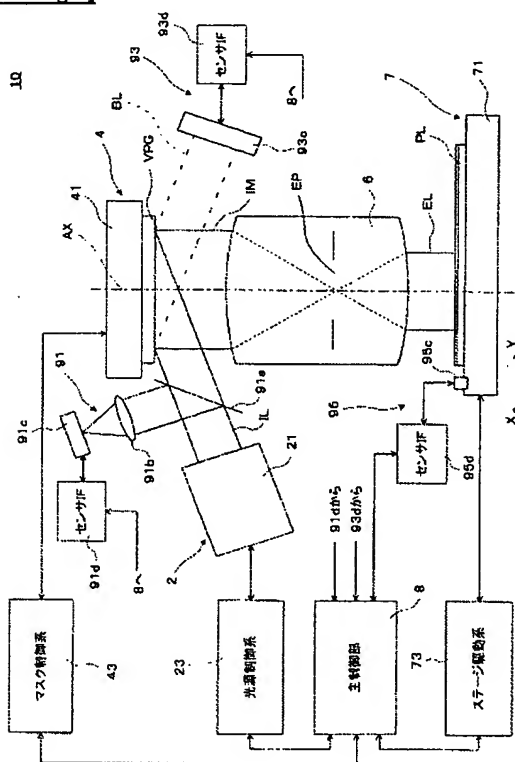
**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

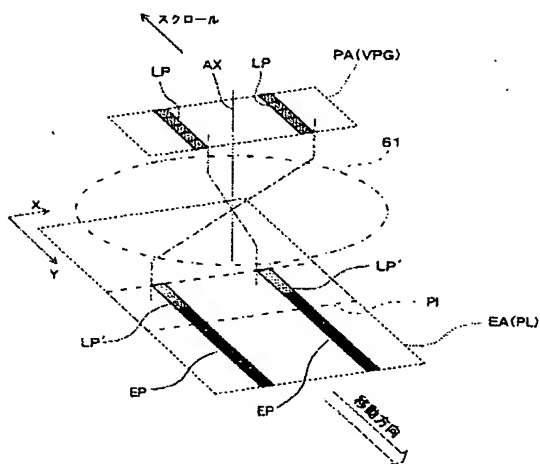
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

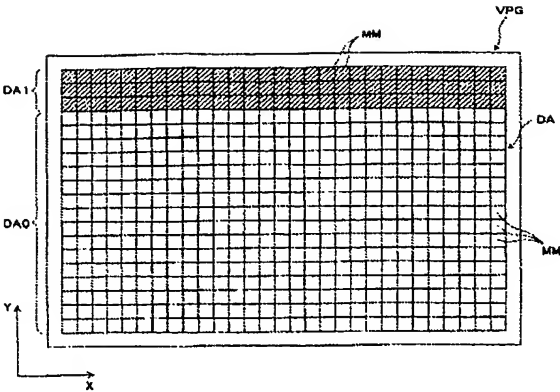
[Drawing 1]



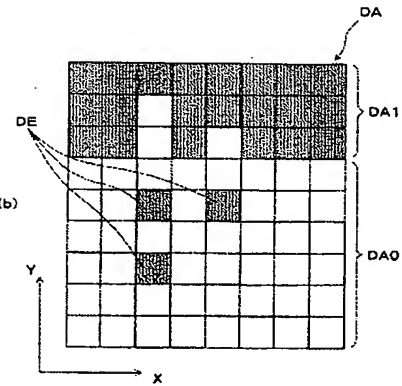
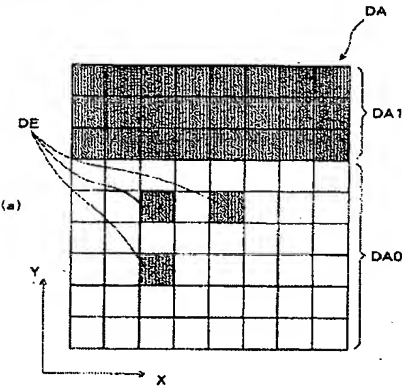
[Drawing 2]



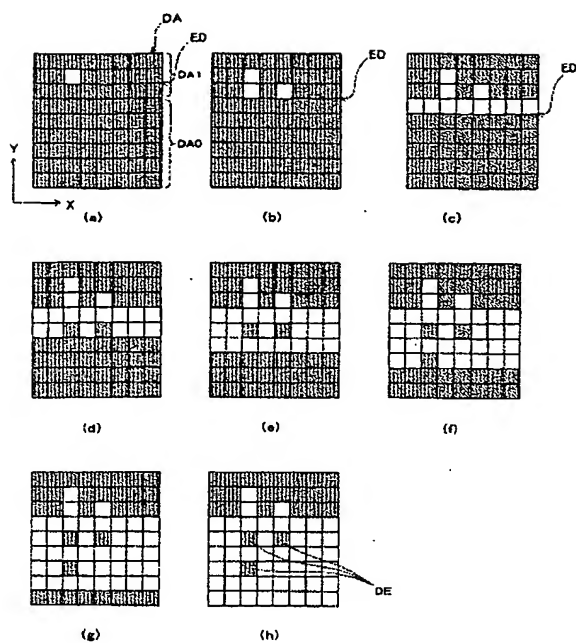
[Drawing 3]



[Drawing 4]



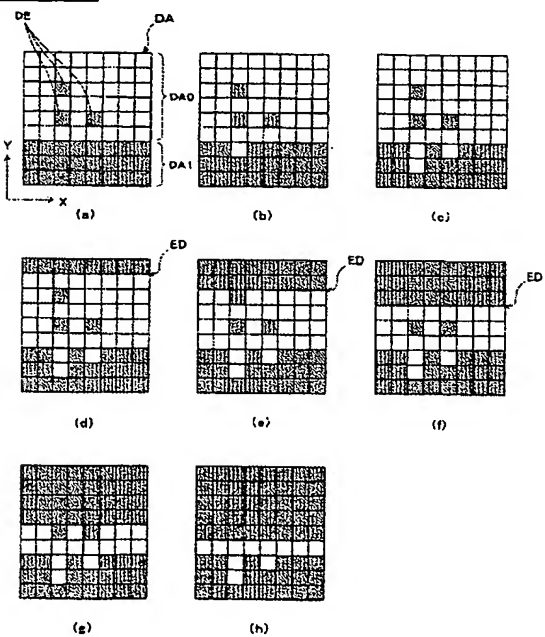
[Drawing 5]



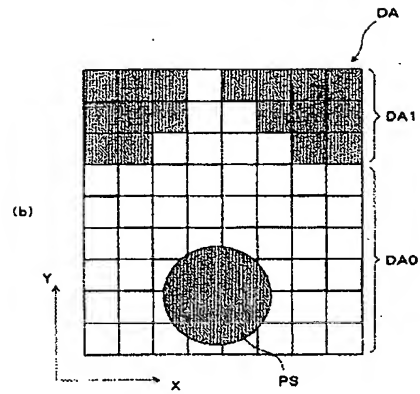
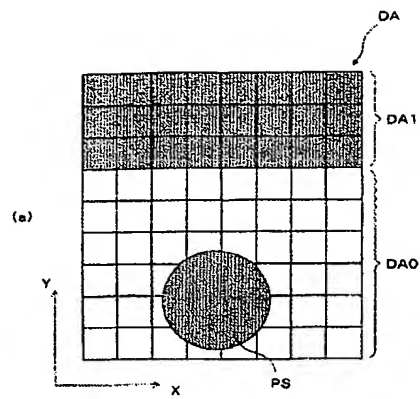
[Drawing 6]



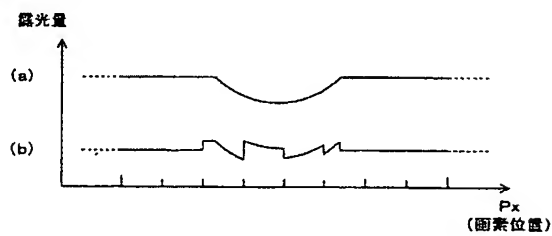
[Drawing 7]



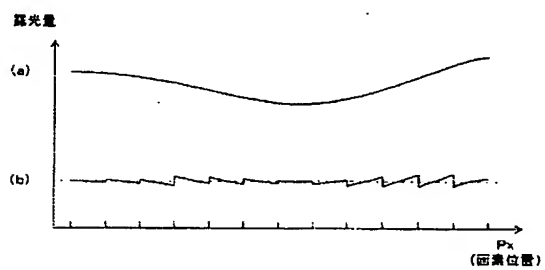
[Drawing 8]



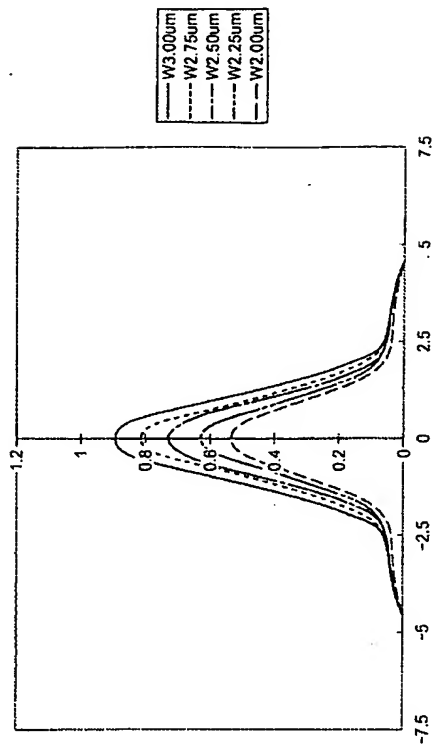
[Drawing 9]



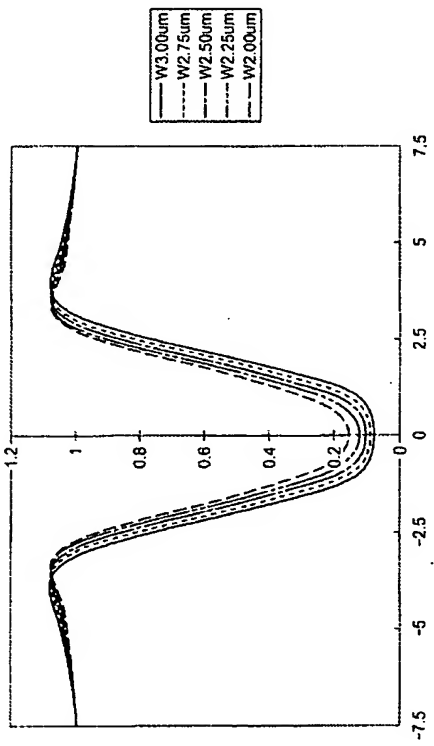
[Drawing 10]



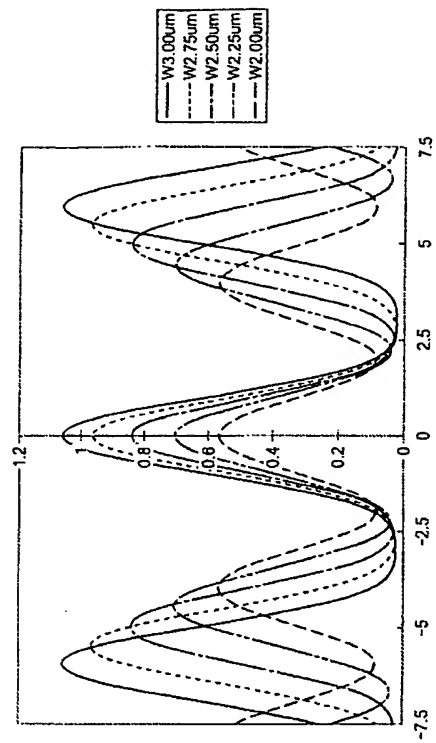
[Drawing 11]



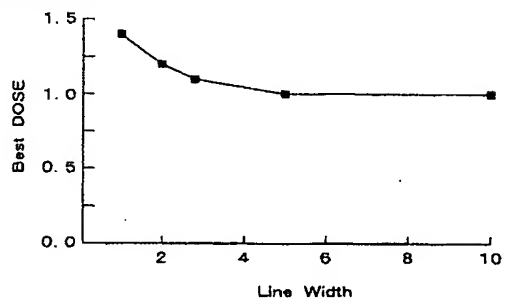
[Drawing 12]



[Drawing 13]

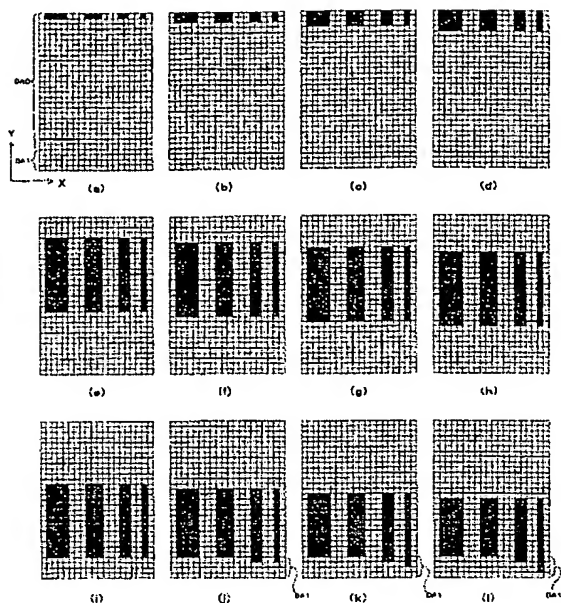


[Drawing 14]

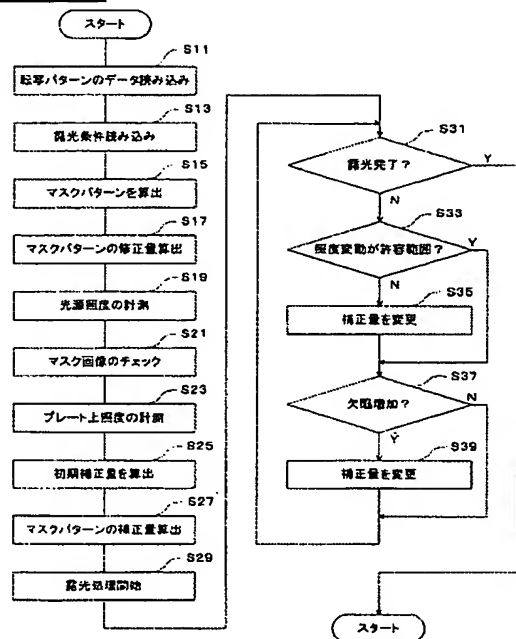


[Drawing 15]

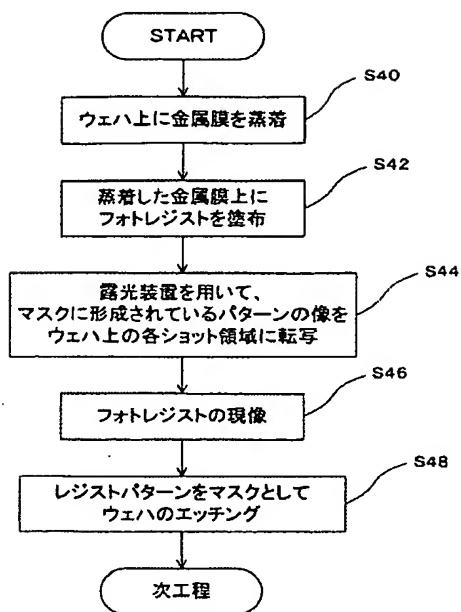




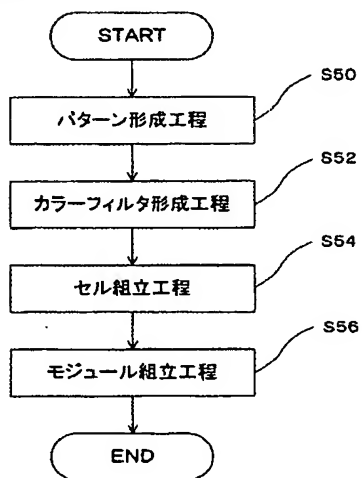
[Drawing 16]



[Drawing 17]



[Drawing 18]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-304135

(P2004-304135A)

(43) 公開日 平成16年10月28日(2004.10.28)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H01L 21/027

G02B 5/20

G03F 7/20

F I

H01L 21/30 515D

G02B 5/20 101

G03F 7/20 521

H01L 21/30 519

H01L 21/30 516D

テーマコード (参考)

2H048

5F046

審査請求 未請求 請求項の数 26 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2003-98399 (P2003-98399)

(22) 出願日 平成15年4月1日(2003.4.1)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(74) 代理人 100109221

弁理士 福田 充広

(74) 代理人 100112427

弁理士 藤本 芳洋

(72) 発明者 村上 研太郎

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

Fターム(参考) 2H048 BA02 BA43 BB02 BB42

5F046 AA25 BA06 CB02 CB17 CB18

DA02

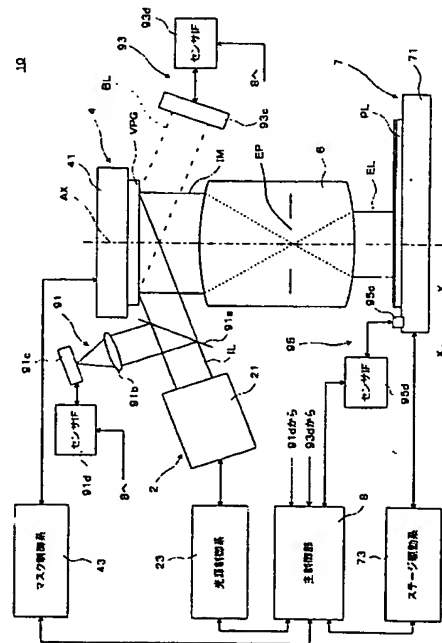
(54) 【発明の名称】 露光装置、露光方法及びマイクロデバイスの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 転写すべきパターンの形状等に応じた適切な露光を行うことができる露光装置を提供すること。

【解決手段】 可変パターン生成部VPGのパターンで反射された光束は、投影レンズ6を介して、感光性基板であるプレートPL上にマスクパターンの像を形成する。プレートPLをY軸方向に走査しつつ、これに同期して可変パターン生成部VPGに形成したパターンをスクロールすることによって、プレートPLの全面に所望のパターンが徐々に露光される。この際、調整部である主制御部8は、プレートPLに最終的に転写すべきパターンの形状等に応じて可変パターン生成部VPGの予備領域DA1を点灯し、各部の露光量を調整して露光量の最適化を図る。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の表示素子を含み、該複数の表示素子の表示動作によって所望の露光パターンを形成するパターン形成部と、  
前記パターン形成部における複数の表示素子の表示動作を制御する制御手段と、  
前記パターン形成部により形成された露光パターンを露光するための感光性基板を保持するためのステージとを有し、  
前記制御手段は、前記感光性基板に露光される前記露光パターンの露光量を調整または露光むらを補正するために、前記感光性基板に露光されるべき露光パターンの形成に寄与する前記表示素子の表示動作を調整する調整部を含むことを特徴とする露光装置。

10

## 【請求項 2】

前記調整部は、前記感光性基板に露光される露光パターンの露光量を調整または露光むらを補正するために、前記パターン形成部により表示される露光パターンを修正する修正部を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

## 【請求項 3】

複数の表示素子を含み、該複数の表示素子の表示動作によって所望の露光パターンを形成するパターン形成部と、  
前記パターン形成部における複数の表示素子の表示動作を制御する制御手段と、  
前記パターン形成部により形成された露光パターンを露光するための感光性基板を保持するためのステージとを有し、  
前記制御手段は、前記感光性基板に露光される露光パターン形状または／および露光パターンの大きさに応じて、前記感光性基板に露光されるべき露光パターンの形成に寄与する前記表示素子の表示動作を調整する調整部を含むことを特徴とする露光装置。

20

## 【請求項 4】

前記調整部は、前記感光性基板に露光される露光パターンの形状または／および露光パターンの大きさに応じて、前記パターン形成部により表示される露光パターンを修正する修正部を含むことを特徴とする請求項 3 に記載の露光装置。

## 【請求項 5】

前記ステージは、露光に際して、感光性基板を前記パターン形成部に対して相対的に移動させ、前記パターン形成部は、前記感光性基板の移動に同期して前記露光パターンが移動するように表示することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の露光装置。

30

## 【請求項 6】

前記パターン形成部にて表示された露光パターンを前記感光性基板に投影する投影手段をさらに含むことを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の露光装置。

## 【請求項 7】

前記調整部は、前記パターン形成部にて表示動作する表示素子の数に応じて前記感光性基板に露光される露光パターンの露光量を調整または露光むらを補正することを特徴とする請求項 1 または 2 項に記載の露光装置。

## 【請求項 8】

前記修正部は、前記パターン形成部にて表示される露光パターンを変更するために、前記複数の表示素子の表示動作の領域を変更することを特徴とする請求項 2 または 4 に記載の露光装置。

40

## 【請求項 9】

前記ステージは、露光に際して、前記パターン形成部に対して感光性基板を走査方向に沿って相対的に移動させるとともに、前記パターン形成部は、前記感光性基板の移動に同期して前記露光パターンが移動するように表示し、

前記修正部は、前記パターン形成部により表示される露光パターンを修正するために、前記走査方向における前記パターン形成部の表示素子の動作数を調整することを特徴とする請求項 2、請求項 4、または請求項 8 の何れか 1 項に記載の露光装置。

## 【請求項 10】

50

前記パターン形成部は、露光パターンを表示するために複数の表示素子を有する第1表示領域、及び前記表示素子の表示動作を調整するために複数の表示素子を有する第2表示領域を含み、

前記調整部は、前記第2表示領域を用いることにより、表示素子の表示動作数を調整することを特徴とする請求項1乃至9の何れか1項に記載の露光装置。

【請求項11】

前記パターン形成部にて表示される露光パターンの状態を検出する検出手段を更に含み、

前記調整部は、前記検出手段からの検出情報に基づいて、前記表示素子の表示動作を調整することを特徴とする請求項1乃至10の何れか1項に記載の露光装置。

10

【請求項12】

前記パターン形成部にて表示される露光パターンに関与する表示素子における露光の寄与度を調整することを特徴とする請求項1乃至11の何れか1項に記載の露光装置。

【請求項13】

前記パターン形成部にて表示される露光パターンに関与する表示素子の各々における露光の寄与度を調整することを特徴とする請求項1乃至11の何れか1項に記載の露光装置。

【請求項14】

前記パターン形成部にて表示される露光パターンに関与する表示素子の各々から前記感光性基板へ向う光の強度または表示素子各々の表示動作の時間を調整することを特徴とする請求項1乃至11の何れか1項に記載の露光装置。

20

【請求項15】

前記パターン形成部を照明する照明装置をさらに含み、前記調整部は、前記パターン形成部を照明する照明むらまたは前記感光性基板に形成される露光パターンの露光むらを補正するように、前記表示素子の表示動作を調整することを特徴とする請求項1乃至14の何れか1項に記載の露光装置。

【請求項16】

前記パターン形成部を照明する照明むらまたは前記感光性基板に形成される露光パターンの露光むらを計測する計測手段をさらに含み、前記計測手段からの情報に基づいて、前記調整部は、前記表示素子の表示動作を調整することを特徴とする請求項15に記載の露光装置。

30

【請求項17】

前記感光性基板に露光されるパターンの露光量または露光むらを光電的に検出する光電検出装置をさらに含むことを特徴とする請求項1乃至請求項15の何れか1項に記載の露光装置。

【請求項18】

複数の表示素子を含み、該複数の表示素子の表示動作によって所望の露光パターンを形成するパターン形成部と、

前記パターン形成部における複数の表示素子の表示動作を制御する制御手段と、

40

前記パターン形成部により形成された露光パターンを露光するための感光性基板を保持するためのステージとを有し、

前記制御手段は、前記感光性基板に露光されるパターンの露光条件に応じて、前記感光性基板に露光されるべき露光パターンの形成に寄与する前記表示素子の表示動作を調整する調整部を含むことを特徴とする露光装置。

【請求項19】

前記調整部は、前記感光性基板に露光される露光パターンの露光条件に応じて、前記パターン形成部により表示される露光パターンを修正する修正部を含むことを特徴とする請求項18に記載の露光装置。

【請求項20】

50

複数のマイクロミラーを含み、該複数のマイクロミラーの姿勢調整によって露光光路に沿って所望の露光パターンを形成するパターン形成部と、  
前記パターン形成部における複数のマイクロミラーの姿勢を制御する制御手段と、  
前記パターン形成部により形成された露光パターンを露光するための感光性基板を保持するためのステージと、  
前記パターン形成部における前記複数のマイクロミラーの姿勢調整によって非露光光路に沿って形成される非露光パターンを検出する検出手段とを含むことを特徴とする露光装置。

【請求項 2 1】

請求項 1 乃至請求項 2 0 の何れか 1 項に記載の露光装置を用いた露光方法において、  
被露光面または被露光面と光学的に共役な位置に配置された前記パターン形成部に露光パターンを表示させる露光パターン表示工程と、  
前記パターン形成部にて表示された露光パターンを前記被露光面に配置された感光性基板に転写する転写工程を含むことを特徴とする露光方法。

10

【請求項 2 2】

複数の表示素子を含むパターン形成部を用いて所望の露光パターンを形成する露光パターン形成工程と、  
感光性基板に露光されるパターンの露光量を調整または露光むらを補正するために、前記感光性基板に露光されるべき露光パターンの形成に寄与する前記表示素子の表示動作を調整する調整工程と、  
前記パターン形成部にて表示された露光パターンを前記感光性基板に転写する転写工程とを含むことを特徴とする露光方法。

20

【請求項 2 3】

複数の表示素子を含むパターン形成部を用いて所望の露光パターンを形成する露光パターン形成工程と、  
感光性基板に露光される露光パターン形状または／および露光パターンの大きさに応じて、前記感光性基板に露光されるべき露光パターンの形成に寄与する前記表示素子の表示動作を調整する調整工程と、  
前記パターン形成部にて表示された露光パターンを前記感光性基板に転写する転写工程とを含むことを特徴とする露光方法。

30

【請求項 2 4】

複数の表示素子を含むパターン形成部を用いて所望の露光パターンを形成する露光パターン形成工程と、  
感光性基板に露光されるパターンの露光条件に応じて、前記感光性基板に露光されるべき露光パターンの形成に寄与する前記表示素子の表示動作を調整する調整工程と、  
前記パターン形成部にて形成された露光パターンを前記感光性基板に転写する転写工程とを含むことを特徴とする露光方法。

【請求項 2 5】

前記調整工程は、前記パターン形成部により形成される露光パターンを修正する修正工程を含むことを特徴とする請求項 2 2 乃至 2 4 の何れか 1 項に記載の露光方法。

40

【請求項 2 6】

請求項 2 1 乃至 2 5 の何れか 1 項に記載の露光方法を用いてマイクロデバイスを製造することを特徴とするマイクロデバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明は、半導体素子、液晶表示素子、撮像素子、薄膜磁気ヘッド、その他のマイクロデバイスの製造工程において用いられる露光装置、露光方法及びマイクロデバイスの製造方法に関するものである。

【0 0 0 2】

50

## 【従来の技術】

露光装置として、回路パターンを表示する液晶ディスプレイとウェハとを相対的に移動させつつ、液晶ディスプレイに表示された回路パターンをウェハの移動に同期して変化させるものが提案されている（特許文献1参照）。

## 【0003】

## 【特許文献1】

特開平9-17718号公報

## 【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記のような露光装置では、走査によってパターンがそのまま転写されるだけである。また、表示用の液晶ディスプレイに画素欠陥やパーティクルの付着等がある場合、これらの欠陥像が転写されてしまう。また、照明光に照度むら等が存在する場合、これらの影響で露光むらが発生する可能性がある。

10

## 【0004】

そこで、本発明は、転写すべきパターンの形状、パターンの大きさ、露光条件等に応じた適切な露光を行うことができる露光装置、露光方法及びマイクロデバイスの製造方法を提供することを目的とする。

## 【0005】

また、本発明は、電氣的に制御されたパターン形成部の画素欠陥等やパターン形成部に付着した異物等が存在する場合であっても、その欠陥像が転写されることを防止できる露光装置、露光方法及びマイクロデバイスの製造方法を提供することを目的とする。

20

## 【0006】

さらに、本発明は、露光むらの発生を防止することができる露光装置、露光方法及び及びマイクロデバイスの製造方法を提供することを目的とする。

## 【0007】

## 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、第1の発明に係る露光装置は、(a)複数の表示素子を含み、該複数の表示素子の表示動作によって所望の露光パターンを形成するパターン形成部と、(b)パターン形成部における複数の表示素子の表示動作を制御する制御手段と、(c)パターン形成部により形成された露光パターンを露光するための感光性基板を保持するためのステージとを有する。そして、制御手段が、感光性基板に露光される露光パターンの露光量を調整または露光むらを補正するために、感光性基板に露光されるべき露光パターンの形成に寄与する表示素子の表示動作を調整する調整部を含むことを特徴とする。ここで、「パターン形成部」は、自発光型画像表示素子と非発光型画像表示素子の双方を含む概念である。前者の自発光型画像表示素子には、CRT(cathode ray tube)、無機EL(electro luminescence)ディスプレイ、有機ELディスプレイ、LEDディスプレイ、OLED(organic light emitting diode)ディスプレイ、LDディスプレイ、電界放出ディスプレイ(FED: field emission display)、プラズマディスプレイ(PDP: plasma display panel)等が含まれる。また、後者の非発光型画像表示素子は、空間光変調器(spatial light modulator)とも呼ばれ、光の振幅、位相あるいは偏光の状態を空間的に変調する素子であり、透過型空間光変調器と反射型空間光変調器とに分けられる。透過型空間光変調器には、透過型液晶表示素子(LCD: liquid crystal display)、エレクトロクロミックディスプレイ(ECD)等が含まれる。また、反射型空間光変調器には、DMD(digital mirror device, or digital micromirror device)、反射ミラーアレイ、反射型液晶表示素子、電気泳動ディスプレイ(EPD: electrophoretic display)、電子ペーパー(又は電子インク)、光回折ライトバルブ(grating light valve)等が含まれる。また、「露光パターン」とは、露光すべきパターン若しくは露光されたパターンを意味し、パターン形成部により形成される露光パターンの場合その表示画

30

40

50

像に相当し、感光性基板に露光されるべき露光パターンの場合その露光画像に相当する。また、「表示動作の調整」とは、表示素子からの反射光、透過光または発光光の明るさ階調を変化させること、及びパターン修正等を意味する。

【0008】

上記露光装置では、制御手段に含まれる調整部が、感光性基板に露光される露光パターンの露光量を調整または露光むらを補正するために、感光性基板に露光されるべき露光パターンの形成に寄与する表示素子の表示動作を調整するので、感光性基板に最終的に転写すべきパターン形状すなわち露光パターン形状に相当するパターンをそのまま生成するパターン形成部本来の機能を拡張的に利用して簡易・迅速に露光パターンの露光量を調整することができ、或いは露光むらを補正することができる。

10

【0009】

また、第2の発明に係る露光装置は、第1の発明の装置であって、調整部が、感光性基板に露光される露光パターンの露光量を調整または露光むらを補正するために、パターン形成部により表示される露光パターンを修正する修正部を含むことを特徴とする。この場合、露光パターンの修正によって露光量の調整や露光むらの補正を効率的に達成することができる。

【0010】

また、第3の発明に係る露光装置は、(a)複数の表示素子を含み、該複数の表示素子の表示動作によって所望の露光パターンを形成するパターン形成部と、(b)パターン形成部における複数の表示素子の表示動作を制御する制御手段と、(c)パターン形成部により形成された露光パターンを露光するための感光性基板を保持するためのステージとを有する。そして、制御手段が、感光性基板に露光される露光パターン形状または／および露光パターンの大きさに応じて、感光性基板に露光されるべき露光パターンの形成に寄与する表示素子の表示動作を調整する調整部を含むことを特徴とする。

20

【0011】

上記露光装置では、制御手段に含まれる調整部が、感光性基板に露光される露光パターン形状または／および露光パターンの大きさに応じて、感光性基板に露光されるべき露光パターンの形成に寄与する表示素子の表示動作を調整するので、感光性基板に最終的に転写すべきパターン形状すなわち露光パターン形状に相当するパターンをそのまま生成するパターン形成部本来の機能を拡張的に利用して簡易・迅速に露光状態を制御することができ、露光パターン形状または／および露光パターンの大きさに応じた適切な露光が可能になる。

30

【0012】

また、第4の発明に係る露光装置は、第3の発明の装置であって、調整部が、感光性基板に露光される露光パターンの形状または／および露光パターンの大きさに応じて、パターン形成部により表示される露光パターンを修正する修正部を含むことを特徴とする。この場合、露光パターンの修正によって、露光パターン形状または／および露光パターンの大きさ、すなわちパターンの形状的要因に応じた適切な露光を効率的に達成することができる。

【0013】

また、第5の発明に係る露光装置は、第1～4の発明の装置であって、ステージが、露光に際して、感光性基板をパターン形成部に対して相対的に移動させ、パターン形成部が、感光性基板の移動に同期して露光パターンが移動するように表示することを特徴とする。この場合、走査型の露光によって広域に亘って高精度の露光が可能になる。

40

【0014】

また、第6の発明に係る露光装置は、第1～5の発明の装置であって、パターン形成部にて表示された露光パターンを感光性基板に投影する投影手段をさらに含むことを特徴とする。この場合、投影露光装置とすることができ、露光パターンを所望の拡大率、等倍、若しくは縮小率で基板上に露光することができ、特に縮小の場合、高い集積度の微細パターン形成することができる。

50



## 【0015】

また、第7の発明に係る露光装置は、第1、2の発明の装置であって、調整部が、パターン形成部にて表示動作する表示素子の数に応じて感光性基板に露光される露光パターンの露光量を調整または露光むらを補正することを特徴とする。この場合、表示数の調整によって簡易に露光量や露光むらを補正することができる。

## 【0016】

また、第8の発明に係る露光装置は、第2、4の発明の装置であって、修正部は、パターン形成部にて表示される露光パターンを変更（調整、補正、修正等）するために、複数の表示素子の表示動作の領域を変更することを特徴とする。この場合、表示領域の変更によって露光に寄与する表示素子数を簡易に調整することができる。

10

## 【0017】

また、第9の発明に係る露光装置は、第2、4、8の発明の装置であって、ステージが、露光に際して、パターン形成部に対して感光性基板を走査方向に沿って相対的に移動させるとともに、パターン形成部が、感光性基板の移動に同期して露光パターンが移動するように表示し、修正部が、パターン形成部により表示される露光パターンを修正するために、走査方向におけるパターン形成部の表示素子の動作数を調整することを特徴とする。この場合、走査型の露光において走査方向の動作素子数の調節によって簡易に感光性基板上の各点の露光光量を制御することができる。

## 【0018】

また、第10の発明に係る露光装置は、第1～9の発明の装置であって、パターン形成部が、露光パターンを表示するための複数の表示素子を有する第1表示領域、及び表示素子の表示動作を調整するために複数の表示素子を有する第2表示領域を含み、調整部が、第2表示領域を用いることにより、表示素子の表示動作数を調整することを特徴とする。この場合、予備の第2表示領域を利用して露光光量の減少を抑えつつ適正な露光を達成することができる。

20

## 【0019】

また、第11の発明に係る露光装置は、第1～10の発明の装置であって、パターン形成部にて表示される露光パターンの状態を検出する検出手段を更に含み、調整部が、検出手段からの検出情報に基づいて、表示素子の表示動作を調整することを特徴とする。この場合、検出手段の検出情報に基づいてパターン形成部の欠陥、ゴミの付着、表示素子自身の特性変化等をモニタすることができ、このような誤差要因を相殺する補正が可能になる。

30

## 【0020】

また、第12の発明に係る露光装置は、第1～11の発明の装置であって、パターン形成部にて表示される露光パターンに関与する表示素子における露光の寄与度を調整することを特徴とする。ここで、「寄与度の調整」とは、表示素子の点灯又は透過時間の調整、表示素子の反射又は透過光量の調整等を含む概念である。この場合、露光パターンを構成する表示素子の寄与度調整によって、露光量の調整、露光むらの補正、露光パターン形状等に応じた適切な露光等が可能になる。

## 【0021】

また、第13の発明に係る露光装置は、第1～11の発明の装置であって、パターン形成部にて表示される露光パターンに関与する表示素子の各々における露光の寄与度を調整することを特徴とする。この場合、露光パターンを構成する個々の表示素子の寄与度調整によって、露光量の調整、露光むらの補正、露光パターン形状等に応じた適切な露光等が可能になる。

40

## 【0022】

また、第14の発明に係る露光装置は、第1～11の発明の装置であって、パターン形成部にて表示される露光パターンに関与する表示素子の各々から感光性基板へ向う光の強度または表示素子各々の表示動作の時間を調整することを特徴とする。

## 【0023】

50

また、第15の発明に係る露光装置は、第1～14の発明の装置であって、パターン形成部を照明する照明装置をさらに含み、調整部が、パターン形成部を照明する照明むらまたは感光性基板に形成される露光パターンの露光むらを補正するように、表示素子の表示動作を調整することを特徴とする。この場合、照明装置による照明むら等の補正も可能になり、パターン形成部の均一な照明、延いては露光量が高度に制御されたパターン転写が可能になる。

【0024】

また、第16の発明に係る露光装置は、第15の発明の装置であって、パターン形成部を照明する照明むらまたは感光性基板に形成される露光パターンの露光むらを計測する計測手段をさらに含み、計測手段からの情報に基づいて、調整部が、表示素子の表示動作を調整することを特徴とする。この場合、計測手段からの情報をフィードバックしてリアルタイムで照明むらや露光むらを補正することができる。

10

【0025】

また、第17の発明に係る露光装置は、第1～15の発明の装置であって、感光性基板に露光されるパターンの露光量または露光むらを光電的に検出する光電検出装置をさらに含むことを特徴とする。

【0026】

また、第18の発明に係る露光装置は、(a)複数の表示素子を含み、該複数の表示素子の表示動作によって所望の露光パターンを形成するパターン形成部と、(b)パターン形成部における複数の表示素子の表示動作を制御する制御手段と、(c)パターン形成部により形成された露光パターンを露光するための感光性基板を保持するためのステージとを有し、制御手段が、感光性基板に露光されるパターンの露光条件に応じて、感光性基板に露光されるべき露光パターンの形成に寄与する表示素子の表示動作を調整する調整部を含むことを特徴とする。

20

【0027】

上記露光装置では、制御手段に含まれる調整部が、感光性基板に露光されるパターンの露光条件に応じて、感光性基板に露光されるべき露光パターンの形成に寄与する表示素子の表示動作を調整するので、感光性基板に最終的に転写すべきパターン形状すなわち露光パターン形状に相当するパターンをそのまま生成するパターン形成部本来の機能を拡張的に利用して簡易・迅速に露光状態を制御することができ、前後のプロセス等を含む各種条件に適切に対応して最適化された露光が可能になる。

30

【0028】

また、第19の発明に係る露光装置は、第18の発明の装置であって、調整部は、感光性基板に露光される露光パターンの露光条件に応じて、パターン形成部により表示される露光パターンを修正する修正部を含む。この場合、個別の露光条件に適合するように露光パターンを簡易かつ効率的に修正することができる。

【0029】

また、第20の発明に係る露光装置は、(a)複数のマイクロミラーを含み、該複数のマイクロミラーの姿勢調整によって露光光路に沿って所望の露光パターンを形成するパターン形成部と、(b)パターン形成部における複数のマイクロミラーの姿勢を制御する制御手段と、(c)パターン形成部により形成された露光パターンを露光するための感光性基板を保持するためのステージと、(d)パターン形成部における複数のマイクロミラーの姿勢調整によって非露光光路に沿って形成される非露光パターンを検出する検出手段とを含むことを特徴とする。

40

【0030】

上記露光装置では、検出手段がパターン形成部における複数のマイクロミラーの姿勢調整によって非露光光路に沿って形成される非露光パターンを検出するので、マイクロミラーからなるパターン形成部からの光路外(非露光経路)に導かれる反射光を利用してパターン形成部や照明光照度分布等の状態を監視することができる。

【0031】

50

また、第21の発明に係る露光方法は、上記第1～第20の発明に係る露光装置を用いた露光方法において、(a)被露光面または被露光面と光学的に共役な位置に配置されたパターン形成部に露光パターンを表示させる露光パターン表示工程と、(b)パターン形成部にて表示された露光パターンを被露光面に配置された感光性基板に転写する転写工程を含むことを特徴とする。

【0032】

上記露光方法では、上記第1～第20の発明に係る露光装置を用いてパターン形成部にて表示された露光パターンを感光性基板に転写するので、パターン形成部本来の機能を拡張的に利用して、露光量の調整、露光むらの補正、及び、露光パターン形状等に応じた適切な露光が可能になる。

10

【0033】

また、第22の発明に係る露光方法は、(a)複数の表示素子を含むパターン形成部を用いて所望の露光パターンを形成する露光パターン形成工程と、(2)感光性基板に露光されるパターンの露光量を調整または露光むらを補正するために、感光性基板に露光されるべき露光パターンの形成に寄与する表示素子の表示動作を調整する調整工程と、(c)パターン形成部にて表示された露光パターンを感光性基板に転写する転写工程とを含むことを特徴とする。

【0034】

上記露光方法では、調整工程で、感光性基板に露光されるパターンの露光量を調整または露光むらを補正するために、感光性基板に露光されるべき露光パターンの形成に寄与する表示素子の表示動作を調整するので、露光パターン形状に相当するパターンをそのまま生成するパターン形成部本来の機能を拡張的に利用して簡易・迅速に露光パターンの露光量を調整することができ、或いは露光むらを補正することができる。

20

【0035】

また、第23の発明に係る露光方法は、(a)複数の表示素子を含むパターン形成部を用いて所望の露光パターンを形成する露光パターン形成工程と、(b)感光性基板に露光される露光パターン形状または／および露光パターンの大きさに応じて、感光性基板に露光されるべき露光パターンの形成に寄与する表示素子の表示動作を調整する調整工程と、(c)パターン形成部にて表示された露光パターンを感光性基板に転写する転写工程とを含むことを特徴とする。

30

【0036】

上記露光方法では、調整工程で、感光性基板に露光される露光パターン形状または／および露光パターンの大きさに応じて、感光性基板に露光されるべき露光パターンの形成に寄与する表示素子の表示動作を調整するので、感光性露光パターン形状に相当するパターンをそのまま生成するパターン形成部本来の機能を拡張的に利用して簡易・迅速に露光状態を制御することができ、露光パターン形状または／および露光パターンの大きさに応じた適切な露光が可能になる。

【0037】

また、第24の発明に係る露光方法は、(a)複数の表示素子を含むパターン形成部を用いて所望の露光パターンを形成する露光パターン形成工程と、(b)感光性基板に露光されるパターンの露光条件に応じて、感光性基板に露光されるべき露光パターンの形成に寄与する表示素子の表示動作を調整する調整工程と、(c)パターン形成部にて形成された露光パターンを感光性基板に転写する転写工程とを含むことを特徴とする。

40

【0038】

上記露光方法では、調整工程で、感光性基板に露光されるパターンの露光条件に応じて、感光性基板に露光されるべき露光パターンの形成に寄与する表示素子の表示動作を調整するので、露光パターン形状に相当するパターンをそのまま生成するパターン形成部本来の機能を拡張的に利用して簡易・迅速に露光状態を制御することができ、前後のプロセス等を含む各種条件に適切に対応して最適化された露光が可能になる。

【0039】

50

また、第25の発明に係る露光方法は、第22～24の発明の方法であって、調整工程が、パターン形成部により形成される露光パターンを修正する修正工程を含むことを特徴とする。この場合、露光量調整や露光むら補正、露光パターンの形状的要因に応じた露光量調整、個別の露光条件に応じた調整等を、露光パターンの修正によって簡易かつ効率的に達成することができる。

#### 【0040】

また、第26の発明に係るマイクロデバイスの製造方法は、第21～24の発明の露光方法を用いてマイクロデバイスを製造することを特徴とする。上記マイクロデバイスの製造方法では、上述の露光方法を用いるので、露光量の調整、露光むらの補正、及び、露光パターン形状等に応じた適切な露光が可能になり、高精度のマイクロデバイスを高い歩留まりで製造することができる。

10

#### 【0041】

##### 【発明の実施の形態】

##### 〔第1実施形態〕

図1は、第1実施形態に係る露光装置の概略構成を示す図である。この露光装置10は、照明光源装置2と、マスク装置4と、投影レンズ6と、ステージ装置7と、主制御部8とを備え、ステージ装置7に載置したプレート（感光性基板）PL上に、マスク装置4に設けた可変パターン生成部VPGの反射パターン像を投影することによって露光処理を行う。

#### 【0042】

ここで、照明光源装置2は、マスク装置4に設けた可変パターン生成部VPGに対してほぼ平行な光束を均一に入射させて一様な照明を行うものであり、光源、集光レンズ、コリメートレンズ等からなる照明光学系21と、照明光学系21の動作状態を制御する光源制御系23とを備える。この照明光学系21は、主制御部8によって動作を制御されており、光源から射出された特定波長の光源光を均一化することによって得た照明光ILを、ほぼ平行で均一な光束として可変パターン生成部VPGに入射させ、可変パターン生成部VPG全体を均一に照明することができる。

20

#### 【0043】

なお、照明光学系21は、波面分割型のケーラー照明とすることもできる。この場合、照明光学系21は、光源、コリメートレンズ、オプティカルインテグレータ（フライアイレンズ、ロッド型インテグレータ、回折素子）、集光レンズ、視野絞り、リレーレンズ等で構成されるが、照明面である可変パターン生成部VPGの表面が照明光軸に対して傾斜していることを考慮して光学的な設計を行う。このような照明光学系21では、例えばオプティカルインテグレータとしてのフライアイレンズの各レンズエレメントの後側焦点面に形成された2次光源像から射出される照明光ILを、それぞれ平行光束として重畳した状態で可変パターン生成部VPGに入射させる。また、フライアイレンズによって形成される2次光源の位置又はその近傍に開口絞りを配置してその開口径を調節することによって、照明条件を決定する重要なファクタである $\sigma$ 値（投影レンズ6の瞳面の開口EPの径に対するその瞳面上での2次光源像の口径の比）を所望の値に設定することができる。さら

30

には、ズーム光学系を導入することにより、照明条件としての $\sigma$ 値を高効率のもとで連続的に可変とする事ができる。

40

#### 【0044】

マスク装置4は、照明光源装置2によって照明されてステージ装置7に載置したプレートPLに投影すべき可変の露光パターンを生成する電子マスク・システムであり、光像形成部である可変パターン生成部VPGと、可変パターン生成部VPGを支持するマスクホルダ41と、可変パターン生成部VPGの動作状態を制御するマスク制御系43とを備える。

#### 【0045】

ここで、可変パターン生成部VPGは、例えば非発光型画像表示素子であって空間光変調器と呼ばれるデジタルミラーデバイス（DMD）からなり、入射光を2次元的に配列され

50

た素子単位で反射・偏向して投影レンズ6のある特定方向に導くことによって、投影レンズ6への入射光の強度を空間的に変調することができる。マスクホルダ41は、可変パターン生成部VPGを投影レンズ6に対して固定的に保持するものであるが、その際、可変パターン生成部VPGの投影レンズ6に対する姿勢をアライメントによって調整することができる。すなわち、可変パターン生成部VPGは、マスクホルダ41によって基準光軸AXに垂直な面内で2次元的に適宜移動させることができるとともに、基準光軸AXの回りに所望の回転角だけ回転させることができ、或いは基準光軸AXに対してチルトさせることができる。この際、可変パターン生成部VPGの位置は、マスクホルダ41に設けたレーザ干渉計等（不図示）によって計測され、マスク制御系43に出力される。マスク制御系43は、この計測データに基づいて可変パターン生成部VPGの位置を調整する。また、マスク制御系43は、制御部8とともに制御手段を構成し、主制御部8から出力される指令やデータに基づいて可変パターン生成部VPGに表示動作を行わせることができる。具体的には、可変パターン生成部VPGに生成すべき画像若しくはパターン情報に基づいて、可変パターン生成部VPGの表面に2次元マトリックス状に画素単位で配列されている各マイクロミラーの姿勢を、個々のマイクロミラーに設けた駆動部を介して電子的に制御する。これにより、各マイクロミラーは、照明光ILを投影レンズ6の基準光軸AX方向に導くON状態と、照明光ILを投影レンズ6の基準光軸AXから外れた非露光光路に導くOFF状態との間で2値動作し、可変パターン生成部VPG全体として所望の反射パターンすなわち露光パターンを生成する。なお、マスク制御系43は、主制御部8から逐次出力されるパターン情報に基づいて、可変パターン生成部VPGに生成すべき表示パターンを変化させることができる。これにより、可変パターン生成部VPGに形成された露光パターンを、ステージ装置7に載置したプレートPLの移動に同期して適宜変化させることができる。

#### 【0046】

投影レンズ（投影光学系）6は、例えば屈折レンズ等の光学素子レンズ系で構成された例えば等倍のテレセントリック光学系からなる投影手段であり、照明光ILによって照明された可変パターン生成部VPGの像光IMを、被露光面上に配置されたプレートPL上に適当な倍率で投影する。なお、投影光学系6は、屈折光学系に限る事なく、反射屈折光学系、反射光学系で構成する事も可能である。

#### 【0047】

ステージ装置7は、プレートPLをアライメントして支持した状態で投影レンズ6に対して所定速度で移動させるためのものであり、ステージ71と、ステージ71の動作状態を制御するステージ駆動系73とを備える。ステージ71は、ステージ駆動系73に駆動されて基準光軸AXに垂直な面内及び基準光軸AXに沿って3次元的に移動し、或いは基準光軸AXに対して適宜傾斜することによって投影レンズ6に対してアライメント可能である。さらに、ステージ71は、ステージ駆動系73に駆動されて基準光軸AXに垂直な所定方向（例えば紙面に沿った横方向）に所望の速度で移動させることができ、可変パターン生成部VPGに生成した表示画像の変化に同期してプレートPLを移動させる走査型の露光を可能にする。なお、ステージ71の位置は、ステージ駆動系73に設けたレーザ干渉計やフォーカスセンサ等（不図示）によって計測され、主制御部8に出力される。主制御部8は、この位置情報に基づいてステージ駆動系73に設けたモータ等を駆動してプレートPLを目標位置に所望の速度で移動させることができる。

#### 【0048】

主制御部8は、照明光源装置2、マスク装置4、ステージ装置7等を適当なタイミングで動作させて、プレートPL上の適所に可変パターン生成部VPGの像を投影させる。この際、主制御部8は、プレートPLを適当な速度で移動させつつ、これに同期してマスク制御系43を介して可変パターン生成部VPGに形成した露光パターンをスクロールさせることによって、走査型の露光を行う。なお、主制御部8にはハードディスク等の記憶装置が内蔵されており、この記憶装置内には露光データファイルが格納されている。露光データファイルには、プレートPLの露光を行う上で必要となる処理内容及びその処理順序が

10

20

30

40

50

記憶されており、これらの処理毎に、所謂レシビデータとして、▲1▼プレートP L上に転写すべきパターン、プレートP Lに対する露光量等の転写データ、▲2▼プレートP L上に塗布されているレジストに関する情報（例えば、レジストの分光特性）、▲3▼必要となる解像度、▲4▼照明光源装置2の各種特性に関する補正量等の設定値（照明光学特性情報）、▲5▼投影レンズ6の各種特性に関する補正量等の設定値（投影光学特性情報）、及び▲6▼プレートP Lの平坦性に関する情報等の各種情報が含まれている。なお、上記▲2▼～▲6▼は、以下で説明する露光条件を構成し、主制御部8は、これらの露光条件に基づいて照明光源装置2、マスク装置4、ステージ装置7等の動作を最適化する。

【0049】

ここで、プレートP Lを保持するプレートステージ71の走査速度をV1とし、投影手段すなわち投影光学系6の投影倍率を $\beta$ とすると、可変パターン生成部V P Gにて表示される投影パターン走査方向での表示速度V2は、

$$V2 = V1 / \beta$$

となる。したがって、投影手段6の倍率が拡大倍率を持つ場合には、可変パターン生成部V P Gの走査方向での表示速度V2は、ステージ71の速度V1より遅くなり、逆に投影手段6の倍率が縮小倍率を持っている場合には、可変パターン生成部V P Gの走査方向での表示速度V2は、ステージ71の速度V1よりも大きくなる。

【0050】

露光装置10は、その他の要素として、照明光源装置2から発生する照明光I Lの強度を検出するための計測手段である照明光検出装置91と、マスク装置4から非露光光路に導かれた分岐照明光B Lの状態を検出するための検出手段である反射光検出装置93と、投影レンズ6を経てプレートP L上に投影される露光光E Lの照度を検出するための光電検出手段又は計測手段である露光光検出装置95とを備える。

【0051】

最初の照明光検出装置91は、照明光源装置2から射出される照明光I Lの一部を分岐する透過性のミラー91aと、結像用のレンズ91bと、レンズ91bを経た照明光I Lが入射する光量センサユニット91cと、センサインタフェース部91dとを備える。光量センサユニット91cは、1次元センサアレイ等からなり、照明光源装置2から射出される照明光I Lの光軸に垂直な方向のうち可変パターン生成部V P Gの走査方向に積算した光量分布や全光量の経時的変化を計測する。なお、光量センサユニット91cによって検出される光量は、可変パターン生成部V P Gの走査方向（Y軸方向）に積算したものであり、このような積算光量分布が走査方向に垂直なX軸方向の各位置に対応して計測される。センサインタフェース部91dは、光量センサユニット91cと主制御部8との間に介在して信号処理を行うものであり、主制御部8からの指令信号に応じて、光量センサユニット91cで計測された照明光I Lの光量分布や全光量を主制御部8に逐次送信する。

【0052】

次の反射光検出装置93は、可変パターン生成部V P Gを構成するOFF状態のマイクロミラーで反射されて光路外（非露光光路）に射出される分岐照明光B Lが入射する光量センサユニット93cと、センサインタフェース部93dとを備える。光量センサユニット93cは、1次元センサアレイ若しくは2次元センサアレイからなり、分岐照明光B Lによって形成される非露光パターンを検出するため、可変パターン生成部V P Gを構成する各マイクロミラーの密度に対応する解像度を有する。これにより、各マイクロミラーからの反射強度分布等を個別に計測することができるようになるので、可変パターン生成部V P Gの画素欠陥や動作不良を検出することができ、各マイクロミラーに付着した微細なゴミの影を計測することができる。さらに、各マイクロミラーからの反射率のバラツキ等も計測することができる。センサインタフェース部93dは、光量センサユニット93cと主制御部8との間に介在して信号処理を行うものであり、主制御部8からの指令信号に応じて、光量センサユニット93cで計測された分岐照明光B Lの2次元的な強度分布を主制御部8に逐次送信する。なお、光量センサユニット93cによる計測は、原則としてマスク装置4の動作の合間、すなわち可変パターン生成部V P Gによって照明光I Lが全て

10

20

30

40

50

光路外に分岐照明光 B L として射出されるタイミングで行われる。

【0053】

最後の露光光検出装置 95 は、ステージ 71 上に固定されて投影レンズ 6 によって投影される露光光 E L を検出する光量センサユニット 95 c と、センサインタフェース部 95 d とを備える。光量センサユニット 95 c は、単一のセンサや 1 次元センサアレイからなり、ステージ 71 及びステージ駆動系 73 と協働して基準光軸 A X に垂直な面内で移動することによって、投影レンズ 6 を経た露光光 E L の照度を 2 次元マップ状の計測値として計測することができる。これにより、投影レンズ 6 によって投影される露光光 E L の 2 次元的な照度分布や全光量の経時的変化を計測することができる。センサインタフェース部 95 d は、光量センサユニット 95 c と主制御部 8 との間に介在して信号処理を行うものであり、主制御部 8 からの指令信号に応じて、光量センサユニット 95 c で計測された露光光 E L の強度を主制御部 8 に逐次送信する。なお、光量センサユニット 95 c による計測は、例えばステージ 71 上にプレート P L を載置する露光前の状態で、マスク装置 4 を全体表示状態、すなわち可変パターン生成部 V P G の全画素を O N として照明光 I L が全て投影レンズ 6 に導かれる状態で行われる。

【0054】

図 2 は、マスク装置 4 に設けた可変パターン生成部 V P G に生成されるパターン P A と、プレート P L 上に適宜設定した投影領域 E A に形成される投影像 P I との関係を概念的に説明する斜視図である。可変パターン生成部 V P G に生成されるパターン P A は、投影領域 E A 上に反転状態の投影像 P I として投射される。投影領域 E A は、プレート P L とともに Y 軸方向に一定速度で移動しており、これに伴って、投影像 P I が投影領域 E A 上で徐々に移動するとともに、パターン P A が Y 軸方向に一定速度で同期をとってスクロールされる。図示の場合は、パターン P A 中のラインパターン部 L P に対応して投影領域 E A 内にラインパターン L P' が投射されるが、この場合スクロールによってもパターン P A が変化せず、Y 軸方向に延びるライン状の露光パターン E P が形成される。

【0055】

図 3 は、可変パターン生成部 V P G の画素構造を概念的に説明する図である。可変パターン生成部 V P G は、矩形的表示領域 D A を有し、この表示領域 D A 内にマトリックス状に配列された多数のマイクロミラー M M を備える。各マイクロミラー M M の背後には、駆動回路が形成されており、各マイクロミラー M M の姿勢を個別に制御して表示領域 D A の面に平行な O F F 状態と、表示領域 D A の面に対して所定の傾斜角を有する O N 状態との間で例えば 2 値のスイッチ動作をする。なお、図 3 は、可変パターン生成部 V P G を下面から観察した状態を示しており、可変パターン生成部 V P G に形成された露光パターンは、図 2 に対応させるならば Y 軸方向にスクロールされる。

【0056】

ここで、表示領域 D A は、パターン形成に使用される基本的な第 1 表示領域である基本領域 D A 0 (全パターンの必要最低露光量に対応する領域) と、通常パターン形成に使用されない予備的な第 2 表示領域である予備領域 D A 1 とからなる。後者の予備領域 D A 1 は、基本領域 D A 0 による露光によるだけでは露光量が不足する場合に、これを補償して目標とする露光量を達成するために利用される。よって、予備領域 D A 1 は、露光量の補正に必要な範囲となっており、走査方向である Y 軸方向に関して数画素から数十画素分の幅を有し、走査方向に直交する X 軸方向に関して基本領域 D A 0 と同一画素数の幅を有する。この予備領域 D A 1 は、パターンのスクロールに関して後方に位置する。すなわち、予備領域 D A 1 は、基本領域 D A 0 のパターン像がプレート P L 上で移動した後にプレート P L 上の目標点に対応する位置で点灯するようになっており、プレート P L 上の目標点の露光量を画素単位で調節することができる。そして、露光量の調節範囲は、予備領域 D A 1 の Y 軸方向の幅 (図 3 に例示する場合は 3 画素分) に対応する光量となっている。

【0057】

図 4 は、可変パターン生成部 V P G に欠陥画素が存在する場合の対応を例示する。図 4 (a) に示す場合、基本領域 D A 0 にハッチングで示す 3 つの欠陥画素 D E が存在し、走

10

20

30

40

50



査方向であるY軸方向に関して最大で2画素分の光量不足が発生する。そこで、図4(b)に示すように、欠陥画素DEが存在する各X座標位置において、Y軸方向の積算欠陥画素数に対応する2画素又は1画素の追加点灯を、図面上部に設けた予備領域DA1を利用して実施する。

【0058】

図5は、図4(b)に対応し、可変パターン生成部VPGによるパターンのスクロールを説明している。図5(a)～図5(h)は、図番を追ってスクロールの進行を示しており、パターンエッジEDの移動(図面上では降下)に伴って予備領域DA1において最大2画素が先行して点灯し始め、次いで、基本領域DA0において予備領域DA1に隣接する上側画素列から徐々に点灯し始めて基本領域DA0の点灯が完了する。

10

【0059】

図6は、予備領域DA1の役割を説明するグラフである。このグラフにおいて、横軸はX軸方向に関する画素位置Pxを示し、縦軸は各画素位置Pxでの照度すなわち各画素位置Pxで期待される露光量を示す。図4(a)に示すように予備領域DA1を活用しないと、図6(a)に示すように欠陥画素DEに対応する画素位置で露光量が不足する。一方、図4(b)に示すように予備領域DA1を活用すると、図6(b)に示すように露光量の不足を解消して均一な露光量を達成することができる。なお、走査方向に存在する画素欠陥の積算数以上に予備領域DA1の走査方向の幅を確保することが望ましいことが分かるが、予備領域DA1の幅が画素欠陥の積算数未満である場合は、基本領域DA0の走査方向に直交する方向の画素列を必要列数だけ予備領域DA1に切替えることによって、画素欠陥に起因する露光むらを回避することができる。この場合、全体の露光量を減らす必要が生じる場合もある。

20

【0060】

図7(a)～図7(h)は、可変パターン生成部VPGによるパターンのスクロールの変形例を説明する図である。この場合、図5(a)～図5(h)に示すスクロールと異なって、この予備領域DA1がスクロール方向に関して前方に位置する。よって、パターンエッジEDの移動(図面上では上昇)に伴って、基本領域DA0において下側画素列から徐々に消灯するが、最後に予備領域DA1において最大2画素が残って点灯を維持する。

【0061】

図8は、可変パターン生成部VPGやその周辺にゴミ等の粒子が付着して表示が不完全となる場合の対応を例示する。図8(a)に示す場合、基本領域DA0にハッチングで示す円形の影PSすなわち遮光(ケラレ)が存在する。この影Pは、ゴミ等の粒子が可変パターン生成部VPGの光路の前後に遮光体として配置・付着されて形成されたものであり、走査方向であるY軸方向に関して最大で3画素分の光量不足が発生する。そこで、図8(b)に示すように、影PSが存在する各X座標位置において、Y軸方向の積算欠陥画素数に対応する1～3画素の追加点灯を、予備領域DA1を利用して実施する。つまり、影PSが存在する走査方向に関して予備領域DA1を追加的に点灯させて光量不足を埋め合わせる。

30

【0062】

また、投影レンズに付着したゴミ等の粒子はボケた像となり露光量を減少させるが、上記と同じ考え方で光量不足を修正できる。

40

【0063】

図9は、予備領域DA1の役割を説明する図である。図8(a)に示すように予備領域DA1を活用しないと、図9(a)に示すように影PSに対応する画素位置で露光量が不足する。一方、図8(b)に示すように予備領域DA1を適宜活用すると、図9(b)に示すように露光量の不足を解消して比較的均一な露光量を達成することができる。なお、遮光体の影PSによって露光量の不均一が生じる場合、画素欠陥の場合のように露光量を正確に均一化することは困難あるが、極端な減光によって重大な露光むらが発生することを簡易・確実に防止することができる。また、プレートPL上には可変パターン生成部VPGの像がそのまま投影されず、光の回折による像のボケが不可避免的に生じるので、図9(

50



b) の曲線に示すようなエッジ状の段差は生じない。

【0064】

図10は、マスク装置4に入射する照明光ILの輝度分布や、可変パターン生成部VPGの反射率の不均一によって照度むら延いては露光むらが生じる場合の対応を例示する。図10(a)は、照明光検出装置91による計測結果に対応するものであり、走査方向に垂直なX軸方向に関する各画素位置で照明光ILの光量をY軸方向に関して積算した走査光量を例示する。この場合、走査光量は中央側で光量が減少している。図10(b)は、図3等に示す可変パターン生成部VPGにおいて予備領域DA1を使用した場合の効果を説明する図であり、照明光検出装置91による計測結果を利用して図10(a)に示す露光量の不均一を解消することにより、プレートPL全体に亘って比較的均一な照度分布を実現できることが分かる。

10

【0065】

なお、図10は照明光ILの輝度分布や可変パターン生成部VPGの反射出力の不均一を補償して均一な照度分布を達成できることについて説明したが、投影レンズ6の透過特性の不均一等に起因してプレートPL上で照度不均一が生じる場合がある。このような場合も、露光光検出装置95による計測結果を利用して、プレートPL上の照度不均一を相殺するように予備領域DA1を点灯することによって、図10(b)の場合と同様にプレートPL全体に亘って比較的均一な照度分布延いては均一な露光を達成できる。

【0066】

また、図10の説明では、可変パターン生成部VPGに設けた予備領域DA1によって照明光ILや露光光ELの照度の均一性を達成するものと説明しているが、照明光検出装置91や露光光検出装置95によって得た照度の絶対値を利用すれば、照明光ILや露光光ELの照度が経時的に変動する場合にも対処することができる。つまり、照明光源装置2等の出力の経時的変動を相殺するように可変パターン生成部VPGを動作させることができ、露光精度や製品歩留まりを高めることができる。

20

【0067】

図11～図13は、線幅と露光量との関係を説明する図である。このうち、図11は孤立したラインを形成した場合を示し、図12は孤立スペースを形成した場合を示し、図13はライン&スペースのパターンを形成した場合の形成を示す。各グラフにおいて、横軸はプレートPL上の距離( $\mu\text{m}$ )を示し、縦軸は線幅2～3 $\mu\text{m}$ のライン又はスペースのベストフォーカス時における露光量の波動光学的シミュレーションの結果を示す。線幅や間隔(W: $\mu\text{m}$ 単位)はグラフの右側に示してある。これらのグラフから明らかなように、微細なラインやライン&スペースを形成する場合には、太いライン等を形成する場合よりも露光量が不足する傾向があり、これを補うように照明光量を増加させる必要がある。

30

【0068】

図14は、ライン&スペースのパターンの線幅を変更した場合の最適露光量の変化をシミュレーションした結果を示すグラフである。横軸はライン&スペースパターンのパターン幅を示し、縦軸はこのようなパターン幅を達成するために最適な露光量を示す(パターン幅10 $\mu\text{m}$ の最適露光量を1として規格化している)。グラフからも明らかなように、パターン幅が5 $\mu\text{m}$ 以下となると最適露光量が徐々に増大し、1 $\mu\text{m}$ のパターン幅の場合、5 $\mu\text{m}$ のパターン幅の場合に比較して1.5倍程度の露光量を確保する必要がある。

40

【0069】

以上の事情から、本実施形態では、プレートPLに最終的に露光すべきパターンの線幅や形状に対応して各部の露光量を増減させる微調整によって露光量の最適化を図ることとする。具体的には、露光パターンから波動光学的シミュレーションを行って最適な露光量をプレートPL上の各点について算出し、プレートPL上に露光すべきどのパターンについても露光量の適正化を図ることができる。このような最適露光量は、ライン幅が細い部分では一般的に増大し、ライン幅が太い部分では一般的に減少する。また、最適露光量は、サイズが小さな領域部分では一般的に増大し、サイズが大きな領域部分では一般的に減少する。プレートPL上の各点について算出された露光量は、可変パターン生成部VPGの

50

表示パターンとそのスクロールに換算されて主制御部 8 の記憶装置に設けたテーブルに保管される。なお、最適露光量は、転写パターンごとに波動光学的シミュレーションを行って計算する必要はなく、線幅等の形状的要素に基づいて露光量の補正量を設定し予めテーブル等に記憶しておけば、転写パターンの各部の形状的な特性に基づいて近似的な最適露光量を簡易に算定することができる。つまり、対象とするパターン部分の線幅、形状やその寸法、隣接するパターンの種類や間隔等を考慮しつつ、可変パターン生成部 V P G に設けた予備領域 D A 1 の点灯を調節することにより、多様なパターン部分の露光量を適正な値に設定することができる。

#### 【0070】

図 15 は、転写パターンの形状を考慮して露光量を最適化する方法を説明する図である。ここで、上段の図 15 (a) ~ 図 15 (d) は、可変パターン生成部 V P G によるパターンのスクロールの初期段階を説明する図である。この場合、図 7 の場合と同様に予備領域 D A 1 がスクロール方向に関して前方に位置する。また、この場合、黒いハッチングを施した部分が照明光の当たるライン部分であり、1 ~ 4 画素の 4 種類の幅を有している。また、中段の図 15 (e) ~ 図 15 (h) は、可変パターン生成部 V P G によるパターンのスクロールの中間段階を説明する図である。4 種類の幅の各パターンは、1 画素単位で Y 軸方向に移動している。下段の図 15 (i) ~ 図 15 (l) は、可変パターン生成部 V P G によるパターンのスクロールの最終段階を説明する図である。図 15 (j) の状態において、4 種類のパターンのうち 1 画素及び 2 画素幅のパターンは、基本領域 D A 0 を 1 画素拡張した予備領域 D A 1 で点灯している。また、図 15 (k) の状態において、2 画素幅のパターンは、基本領域 D A 0 を 2 画素拡張した予備領域 D A 1 で点灯しており、図 15 (l) の状態において、2 画素幅のパターンは、基本領域 D A 0 を 3 画素拡張した予備領域 D A 1 で点灯している。つまり、4 画素幅のパターンを基準とすると、2 画素幅のパターンは 1 画素分露光量が多くなっており、1 画素幅のパターンは 2 画素分露光量が多くなっている。このように、線幅に応じて予備領域 D A 1 で点灯させる走査方向の画素数を調節することによって、各転写パターンの露光量を最適化することができ、パターン転写の精度向上を図ることができる。

#### 【0071】

以下、図 1 等に示す第 1 実施形態に係る露光装置 10 の全体的な動作について説明する。パターンが形成された可変パターン生成部 V P G は、照明光学系 21 からの照明光 I L によって均一に照明される。可変パターン生成部 V P G のパターンで反射された光束は、投影レンズ 6 を介して、感光性基板であるプレート P L 上にマスクパターンの像を形成する。そして、投影レンズ 6 の光軸すなわち基準光軸 A X と直交する平面内においてプレート P L を Y 軸方向に走査しつつ、これに同期して可変パターン生成部 V P G に形成したパターンをスクロールすることによって、プレート P L の全面に所望のパターンが徐々に露光される。この際、主制御部 8 は、これとともに調整部を構成するマスク制御系 41 を介して、プレート P L に最終的に転写すべきパターンの形状等に応じて可変パターン生成部 V P G の予備領域 D A 1 を点灯させ、各部の露光量を調整して露光量の最適化を図る。また、照明光検出装置 91、反射光検出装置 93、及び露光光検出装置 95 の検出結果に基づいて、プレート P L 上の照度不均一を相殺するように、可変パターン生成部 V P G の予備領域 D A 1 を点灯する。これにより、プレート P L 全体に亘って比較的均一な照度分布をすることが達成できる。

#### 【0072】

図 16 は、露光装置 10 による露光動作の一部を詳細に説明するフローチャートである。

#### 【0073】

まず、主制御部 8 では、転写に必要なデータのうち転写パターンの C A D データを読み出す (ステップ S 11)。この転写パターンは、最終的にプレート P L 上に露光されるパターンに対応する。

#### 【0074】

次に、主制御部 8 では、今回のプロセスの露光条件を読み込んで、露光装置 10 の基本的

10

20

30

40

50

動作を決定する（ステップS13）。すなわち、レジスト情報、必要解像度、照明光学特性情報、投影光学特性情報等に基づいて、光源の出力、パターン形成に必要な標準的露光量等の基本的な条件を決定するとともに、可変パターン生成部VPGに生成するパターンのスクロール速度（表示速度）、プレートPLの移動速度等の走査露光用パラメータを決定する。

【0075】

次に、主制御部8では、転写パターンのCADデータに基づいて、可変パターン生成部VPGに形成すべき基本パターンであるマスクパターンを算出する（ステップS15）。このマスクパターンは、走査露光に際してのスクロールを予定したものになっており、時間的なコマ送りとしての表示データとなっている。この際、転写パターンの線幅や各領域の形状、寸法等に応じて最適露光量が算出され、これに応じて予備領域DA1の点灯数や点灯タイミングが計算され、このようなデータに基づいてマスクパターンが調整される。

10

【0076】

次に、主制御部8は、調整部若しくは修正部として、上記ステップS13で得た露光条件に基づいてマスクパターンの修正量を算出して露光条件に適合するマスクパターンを得る（ステップS17）。具体的には、照明光源装置2によって形成される照明光ILの $\sigma$ 値に応じて露光時間を画素単位で調節するべくマスクパターンを修正する（具体的には予備領域DA1の点灯数を増加させる）。さらに、照明光源装置2によって照明領域にける輝度や照明領域を適宜修正する変形照明（例えば輪帯照明や四極照明等の多極照明）が行われる場合も、その条件に応じて露光時間を画素単位で調節するべくマスクパターンを修正する。

20

【0077】

次に、主制御部8は、照明光検出装置91から得た光量分布に基づいて照明光源装置2から射出される照明光ILの照度分布を計測する（ステップS19）。この場合、可変パターン生成部VPGの走査方向に積算した光量分布が、これに垂直なX軸方向の各位置に対応して計測される。

【0078】

次に、主制御部8は、反射光検出装置93の出力に基づいてマスク画像のチェックを行う（ステップS21）。具体的には、可変パターン生成部VPGをすべてOFF状態として反射光検出装置93から得た分岐照明光BLの2次元的な強度分布に基づいて可変パターン生成部VPGの画素欠陥やゴミの付着等をチェックするとともにその画素位置を特定する。

30

【0079】

次に、主制御部8では、露光光検出装置95の出力に基づいて投影レンズ6を経た露光光ELの照度を2次元マップ状の計測値として計測する（ステップS23）。この際、照明光検出装置91や可変パターン生成部VPGの影響を除くため、露光光ELの照度分布から反射光検出装置93の光量センサユニット93cで得た照度分布に対する差分が算出される。これにより、投影レンズ6等の投影系に起因する照度分布のみを抽出することができる。

【0080】

次に、主制御部8では、ステップS15、S17、S19で得た積算光量分布、欠陥位置、照度分布等に基づいて初期補正量を算出する（ステップS25）。この初期補正量は、照明光源装置2、可変パターン生成部VPG、投影レンズ6等の特性や欠陥等に起因して従来不可避の誤差要因であるが、本実施形態の露光装置10では、以下に説明するようにマスクパターンの修正によってこのような誤差要因を回避する。

40

【0081】

ここで、積算光量分布に基づく初期補正量の部分は、可変パターン生成部VPGにおいて走査方向（Y軸方向）に配列された画素に共通する補正量として走査方向の直行方向（X軸方向）に垂直に配列される画素位置ごとに登録され、可変パターン生成部VPGの予備領域DA1を点灯する個数に換算される（図10参照）。また、欠陥位置に基づく初期補

50

正量の部分も、可変パターン生成部VPGにおいて欠陥等が投影される走査方向の画素列に共通する補正量として登録され、可変パターン生成部VPGの予備領域DA1を点灯する個数に換算される(図4～図9参照)。一方、照度分布に基づく初期補正量の部分は、露光光検出装置95による計測結果に基づいて転写パターンの各点において設定され得るものであり、可変パターン生成部VPGに形成されるパターンのスクロールによる画素単位の移動の各タイミングにおいて設定される。よって、照度分布に基づく初期補正量の部分は、可変パターン生成部VPGに設けた予備領域DA1を構成する各画素をスクロールの各タイミングで点灯する個数及び位置に換算される。

#### 【0082】

次に、主制御部8では、調整部若しくは修正部として、ステップS25で得た初期補正量に基づいてマスクパターンの補正量を算出して初期補正量に対応するマスクパターンを得る(ステップS27)。この初期補正量は、可変パターン生成部VPGの予備領域DA1を点灯する個数に相当し、照明光源装置2の照度分布を補償し、可変パターン生成部VPGに生じた欠陥やゴミの影響を解消し、投影レンズ6等の特性を補償するものとなっている。これにより、最終的にプレートPLに形成される転写パターンを高精度で目的の形状及び寸法とすることができる。

#### 【0083】

次に、主制御部8からの指示に基づいて露光装置10による走査露光処理が開始される(ステップS29)。すなわち、ステージ71上にプレートPLをアライメントしつつ保持し、照明光学系21からの照明光ILによって可変パターン生成部VPGを照明する。その際、主制御部8とともに調整部を構成するマスク制御系43を介してステップS27で得たマスクパターンを可変パターン生成部VPGに表示させることによって、プレートPL上に可変パターン生成部VPGに表示されたパターンの像を投影する。そして、投影レンズ6に対してプレートPLをY軸方向に走査を開始しつつ、これに同期して可変パターン生成部VPGに形成したパターンを逆方向にスクロールする。

#### 【0084】

次に、露光が完了したか否かが判断される(ステップS31)。つまり、ステージ71上のプレートPL全面に露光が行われ、プレートPLの全面にステップS11で取り込んだ転写パターンに対応するパターンが形成されたか否かが判断される。

#### 【0085】

当初は露光が完了しておらず、ステップS33に進んで照明光源装置2の照度変動が許容値であるか否かが判断される。具体的には、照明光検出装置91から得た光量分布に基づいて照明光源装置2から射出される照明光ILの照度分布を計測して、この値が当初の値から変動した量を計測する。このような照度分布の変動量は、可変パターン生成部VPGの走査方向に積算した値として、これに垂直なX軸方向の各画素位置に対応して算出される。このようにして得た照度変動は、X軸方向の画素位置ごとに許容値と比較される。

#### 【0086】

ステップS33で、照度変動が許容値を越えたと判断された場合、ステップS25で得た初期補正量を変更し、このような変更に対応するマスクパターンを得る(ステップS35)。これにより、照明光学系21の輝度変動や露光レンズ61の特性変動等をリアルタイムで補償することができるマスク装置4を提供することができる。

#### 【0087】

ステップS33で照度変動が許容値内であると判断された場合や、ステップS35でマスクパターンによる補正量を変更した後は、可変パターン生成部VPG等において新たな画像の欠陥等が生じたか否かが判断される(ステップS37)。

#### 【0088】

ステップS37で、新たな画像の欠陥等が生じたと判断された場合、ステップS25で得た初期補正量若しくはステップS5で得た補正量を変更し、このような変更に対応するマスクパターンを得る(ステップS39)。これにより、可変パターン生成部VPGに生じた欠陥やゴミの影響をリアルタイムで解消することができるマスク装置4を提供すること

10

20

30

40

50

ができる。

【0089】

ステップS37で画像欠陥等が存在しないと判断された場合や、ステップS39でマスクパターンによる補正量を変更した後は、ステップS31に戻ってステップS39までの処理を繰返しつつ、露光処理を継続する。一方、ステップS31で露光完了と判断された場合、一連の露光処理を完了して処理を終了する。このようにして最終的にプレートPLに形成される転写パターン（潜像やその後の現像によって生成されるパターン）は、目的の形状や寸法となっており、高精度の露光が達成されている。

【0090】

〔第2実施形態〕

以下、本発明の第2実施形態に係る投影露光方法について説明する。この投影露光方法は、第1実施形態の露光装置をリソグラフィ工程で使用したマイクロデバイスの製造方法である。この場合、ウェハ上に所定のパターン（回路パターン、電極パターン等）を形成することによって、マイクロデバイスとしての半導体デバイスを得る。

【0091】

図17は、マイクロデバイスとしての半導体デバイスの製造方法を説明するためのフローチャートである。まず、図17のステップS40において、ウェハ上に金属膜が蒸着される。次のステップS42において、ウェハ上の金属膜上にフォトリソグが塗布され、ウェハである感光性基板が準備される。その後、ステップS44において、上記第1実施形態に係る露光装置及び方法を用いることによって、マスク（レチクル）として機能する可変パターン生成部VPG上でスクロールされるパターンの像が、走査によって移動するウェハ（図1のプレートPLに対応）上に投影レンズ6を介して投影される。これにより、所望の形状を有する露光パターンがウェハに精密に転写される。

【0092】

その後、ステップS46において、ウェハ上のフォトリソグ層の現像が行われてレジストパターンが形成された後、ステップS48において、ウェハ上でレジストパターンをマスクとしてエッチングを行うことによって、可変パターン生成部VPG上に生成される露光パターンに対応する回路パターンが形成されたウェハが準備される。その後、更にウェハを加工した基板の上に上側のレイヤの回路パターンの形成等を行うことによって、半導体素子等のデバイスが製造される。上述の半導体デバイス製造方法によれば、極めて微細で精密な線幅、間隔等を有する回路パターンを有する半導体デバイスをスループット良く得ることができる。

【0093】

〔第3実施形態〕

以下、本発明の第3実施形態に係る投影露光方法について説明する。図18は、第1実施形態の露光装置を用いて、マイクロデバイスとしての液晶表示素子を製造する方法を説明するためのフローチャートである。この場合、ガラス基板上に所定のパターンを形成することによって、マイクロデバイスとしての液晶表示素子を得る。

【0094】

図18のパターン形成工程（ステップS50）では、第1実施形態の露光装置を用いて、第2実施形態の場合と同様に、可変パターン生成部VPG上でスクロールされるパターンをプレートPLである感光性基板（レジストが塗布されたガラス基板等）に転写露光する、所謂光リソグラフィ工程が実行される。この光リソグラフィ工程によって、プレートPL上には多数の電極等を含む所定パターンが形成される。その後、加工後のプレートPLは、現像工程、エッチング工程、レジスト剥離工程等の各工程を経ることによって、所定のパターンが形成された基板として、次のカラーフィルタ形成工程（ステップS52）へ移行する。

【0095】

次のカラーフィルタ形成工程S52では、R、G、Bに対応した3つのドットの組がマトリックス状に多数配列され、或いはR、G、Bの3本からなるストライプのフィルタの組

10

20

30

40

50

を複数水平走査線方向に配列したカラーフィルタを形成する。そして、カラーフィルタ形成工程（ステップS52）の後に、セル組み立て工程（ステップS54）が実行される。このセル組み立て工程では、パターン形成工程（ステップS50）にて得られた所定パターンを有する基板、及びカラーフィルタ形成工程（ステップS52）にて得られたカラーフィルタ等を用いて液晶パネルすなわち液晶セルを組み立てる。

【0096】

セル組み立て工程（ステップS54）では、例えば、パターン形成工程（ステップS50）にて得られた所定パターンを有する基板とカラーフィルタ形成工程（ステップS52）にて得られたカラーフィルタとの間に液晶を注入して、液晶パネルを製造する。その後、モジュール組立工程（ステップS56）にて、組み立てられた液晶パネルの表示動作を行わせる電気回路、バックライト等の各部品を取り付けて液晶表示素子として完成させる。上述の液晶表示素子の製造方法によれば、精密な線幅、間隔等を有する回路パターンを有する液晶表示素子をスループット良く得ることができる。

10

【0097】

以上、実施形態に即して本発明を説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。例えば、上記実施形態では、可変パターン生成部VPGとしてデジタルミラーデバイス（DMD）を用いたが、これに代えて、反射型液晶表示素子（LCD）、エレクトロクロミックディスプレイ（ECD）等の他の空間光変調器を用いることができる。また、可変パターン生成部VPGに代えて、CRT、ELディスプレイ、LEDディスプレイ等の自発光型画像表示素子を用いることもできる。この場合、図1に示す照明光源装置2は不要となる。なお、可変パターン生成部VPGとしてDMD等の反射型空間光変調器を用いた場合、可変パターン生成部VPGの画素欠陥やゴミ等を反射光によって直接検出することができるが、透過型空間光変調器や自発光型画像表示素子を用いた場合、画素欠陥やゴミ等を検出するために露光光の光路上に検出器を挿入したり、可変パターン生成部VPGの近傍であって露光光の光路外からこの可変パターン生成部VPGの状態を画像的に検出する手段を設けたりすることになる。

20

【0098】

また、上記実施形態では、可変パターン生成部VPGに基本領域DA0と予備領域DA1とを設けて、画素欠陥等による減光や照明光ILの照度分布を相殺するように動作させているが、予備領域DA1を特に設けず、基本領域DA0のみで画素欠陥等による減光や照明光ILの照度分布を相殺する補正を行うこともできる。

30

【0099】

また、上記実施形態では、可変パターン生成部VPGを構成する各画素の表示領域を増減させることによって露光量を調整しているが、各画素の点灯時間又は表示時間（点灯時間又は表示時間のオンとオフとのデューティ比）を調整することによってプレートPL上の各点における露光量を調整することもできる。さらに、可変パターン生成部VPGの各画素の透過光量を調整することによっても、プレートPL上の各点における露光量を調整することができる。

【0100】

また、上記実施形態では、格子状の画素が形成されている可変パターン生成部VPGを用いているが、このような規則性を持たない可変パターン生成部VPGを用いることもできる。

40

【0101】

また、上記実施形態では、投影レンズ6に対してプレートPLをY軸方向に走査しつつ可変パターン生成部VPGのパターンをスクロールしているが、Y軸方向に走査終了後にプレートPLを投影レンズ6に対してX軸方向にステップ移動させた後に、プレートPLを再度Y軸方向に走査しつつ可変パターン生成部VPGのパターンをスクロールすることもでき、この場合、広域の露光が可能になる。

【0102】

また、上記実施形態では、露光装置が基本的に屈折光学系で構成される場合について説明

50

したが、投影レンズ6等は、すべて等価若しくは類似の機能を有する反射光学系又は反射屈折光学系に置き換えることができる。

【0103】

また、上記実施形態では、可変パターン生成部VPGに設けた予備領域DA1の画素数が不足して補正限度を超えた場合、転写パターンの形状等に応じて露光量を最適化できない場合や、照度等を均一化することができない場合が生じ得る。このような場合、補正限度を超えたため露光の均一性を規格内に維持できない、或いはパターン形状に応じた露光の適正化が達成されないものとして、主制御部8からオペレータに対する警告が発せられるものとすることができる。なお、全体の光量を抑えても目的の露光量補正をかけたい場合、基本領域DA0を部分的に露光量補正用の予備領域DA1に切替える。一方、全体の光量を抑えたくない場合は、露光装置10の修正を行う。このような露光装置10の修正とは、空間変調素子である可変パターン生成部VPGの交換や清掃、照明光源装置2の調整等を意味する。

10

【0104】

また、上記実施形態の説明では、露光部分と非露光部分といった2値的な露光によってプレートPLに転写像を形成しているが、通常の露光量の半分程度の露光が必要なハーフトーンと呼ばれる露光が必要な場合もある。この場合、通常の露光領域では、可変パターン生成部VPGに設けた基本領域DA0や予備領域DA1を活用して所望の露光量でパターンの露光を行い、ハーフトーンの領域では、基本領域DA0の走査方向の画素の点灯数を適宜間引いたり、各画素の反射率や透過率を低減させたり、各画素の点灯時間の比率をを短くしたりすることによって所望の露光量とする。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態に係る露光装置の概略構成を示す図である。

【図2】可変パターン生成マスクに形成されるパターンと、プレート上の投影像との関係を説明する斜視図である。

【図3】可変パターン生成部の画素構造を概念的に説明する図である。

【図4】(a)、(b)は、可変パターン生成部に欠陥画素が存在する場合の対応を例示する図である。

【図5】(a)～(h)は、図4に示す画素欠陥が存在する場合において、可変パターン生成部によるパターンのスクロールを説明する図である。

30

【図6】可変パターン生成部における予備領域の役割を説明するグラフである。

【図7】(a)～(h)は、可変パターン生成部によるパターンのスクロールの変形例を説明する図である。

【図8】(a)、(b)は、可変パターン生成部にゴミ等の粒子が付着して表示が不完全となる場合の対応を例示する図である。

【図9】可変パターン生成部における予備領域の役割を説明するグラフである。

【図10】照度むらや露光むらが生じる場合の対応を例示する図である。

【図11】孤立ラインの場合の線幅と露光量との関係を説明するグラフである。

【図12】孤立スペースの場合の線幅と露光量との関係を説明するグラフである。

【図13】ライン&スペースの場合の線幅と露光量との関係を説明するグラフである。

40

【図14】線幅を変更した場合の最適露光量の変化をシミュレーションした結果を示すグラフである。

【図15】(a)～(l)は、転写パターンの形状を考慮して露光量を最適化する方法を説明する図である。

【図16】露光装置による露光動作の一部を詳細に説明するフローチャートである。

【図17】第2実施形態に係るマイクロデバイスとしての半導体デバイスを製造する方法のフローチャートである。

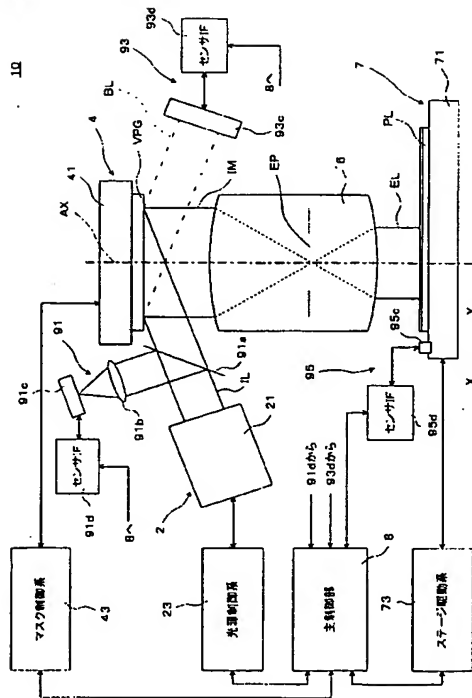
【図18】第3実施形態に係るマイクロデバイスとしての液晶表示素子を製造する方法のフローチャートである。

【符号の説明】

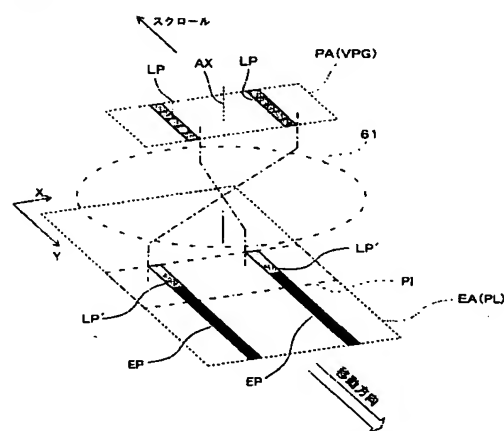
50

2…照明光源装置、 4…マスク装置、 6…投影レンズ、 7…ステージ装置、 10…露光装置、 21…照明光学系、 23…光源制御系、 41…マスクホルダ、 43…マスク制御系、 61…露光レンズ、 71…ステージ、 73…ステージ駆動系、 91…照明光検出装置、 91c…光量センサユニット、 91d…センサインタフェース部、 93…反射光検出装置、 93c…光量センサユニット、 93d…センサインタフェース部、 95…露光光検出装置、 95c…光量センサユニット、 95d…センサインタフェース部、 AX…基準光軸、 BL…分岐照明光、 DA…表示領域、 DA0…基本領域、 DA1…予備領域、 DE…欠陥画素、 IL…照明光、 IM…像光、 MM…マイクロミラー、 PA…パターン、 PI…投影像、 PL…プレート、 EA…投影領域、 PS…影、 VPG…可変パターン生成部

【図1】

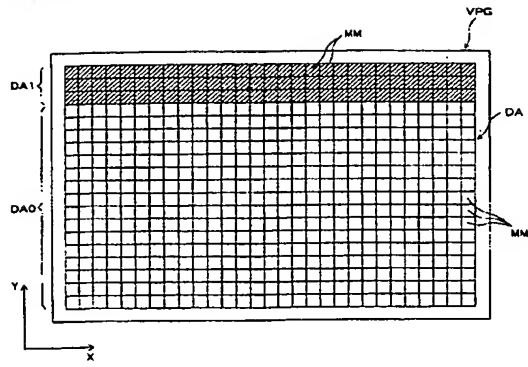


【図2】

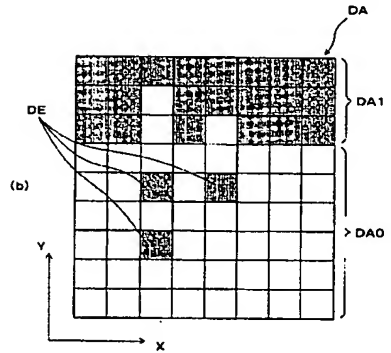
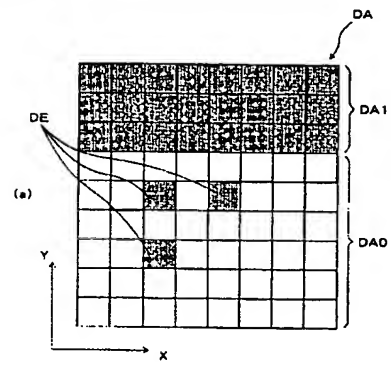




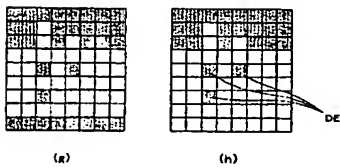
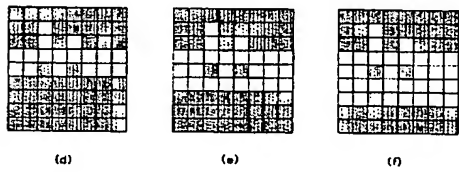
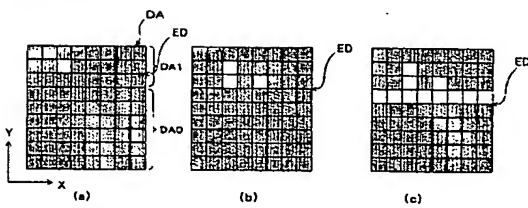
【図 3】



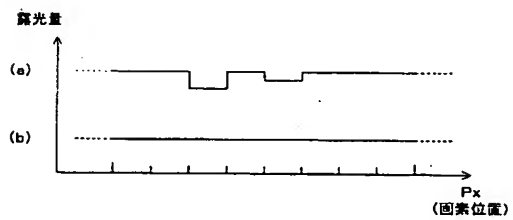
【図 4】



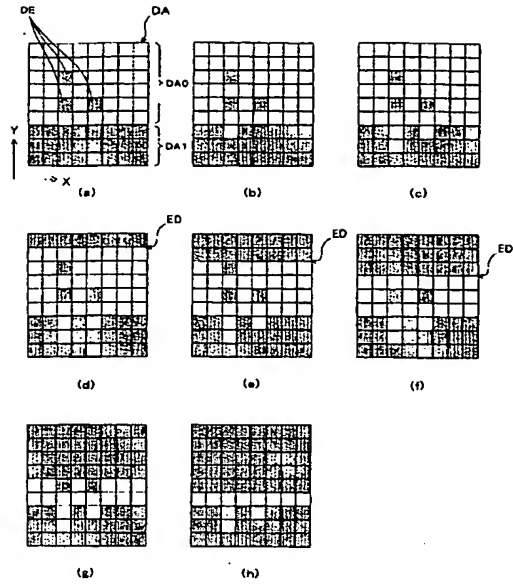
【図 5】



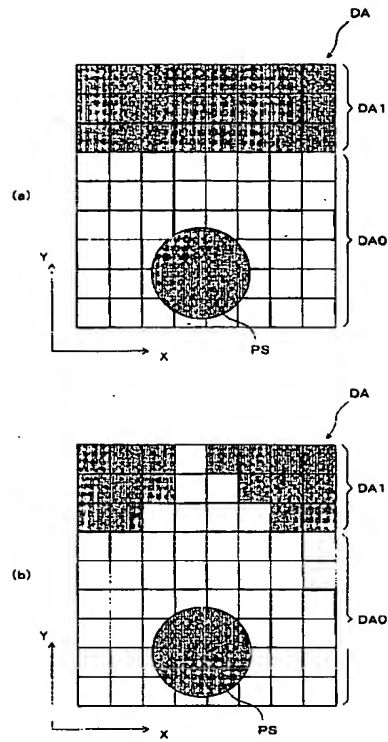
【図 6】



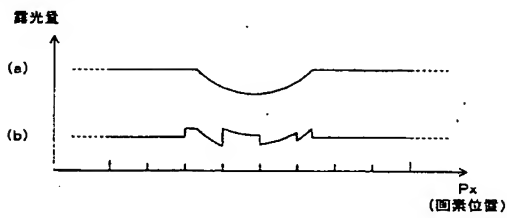
【図 7】



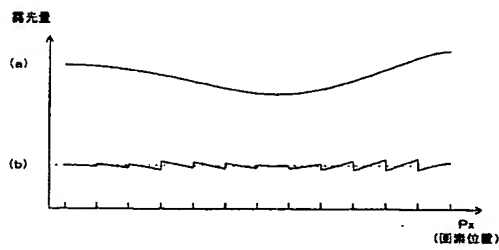
【図 8】



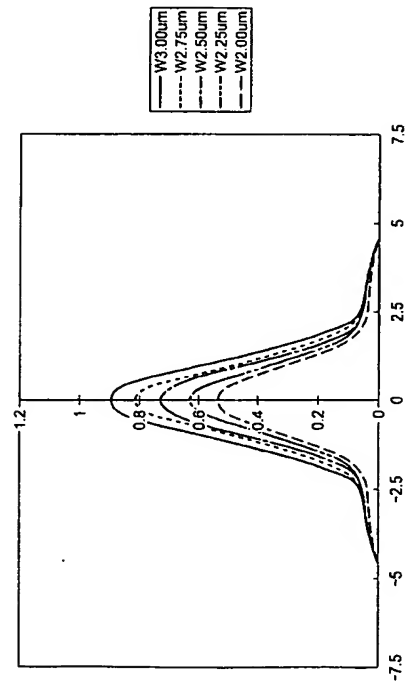
【図 9】



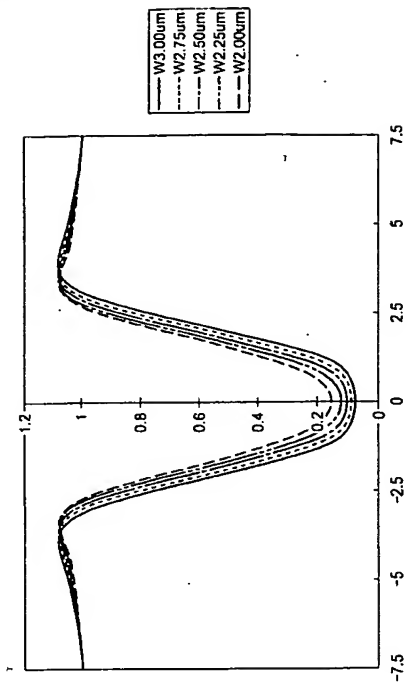
【図 10】



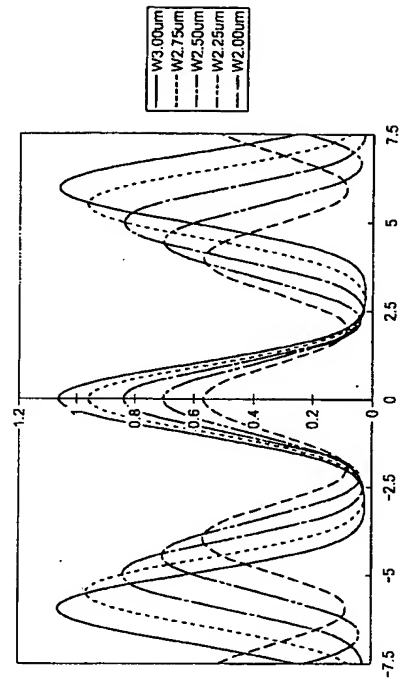
【図 11】



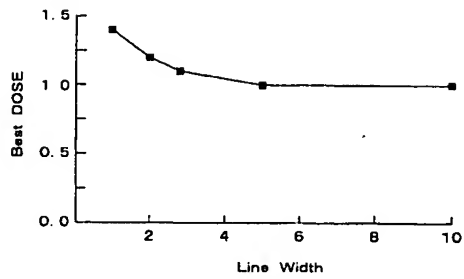
【 1 2 】



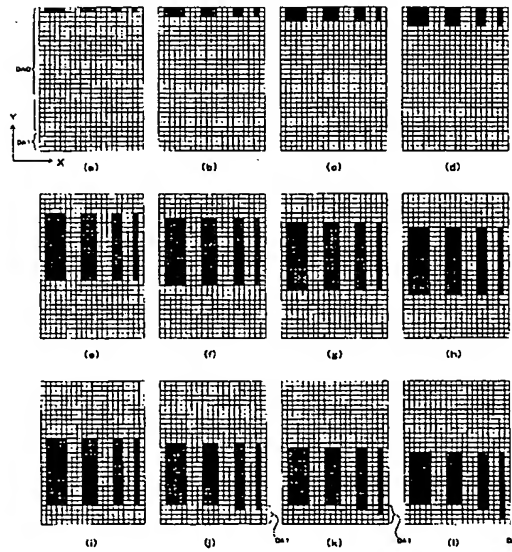
【 1 3 】



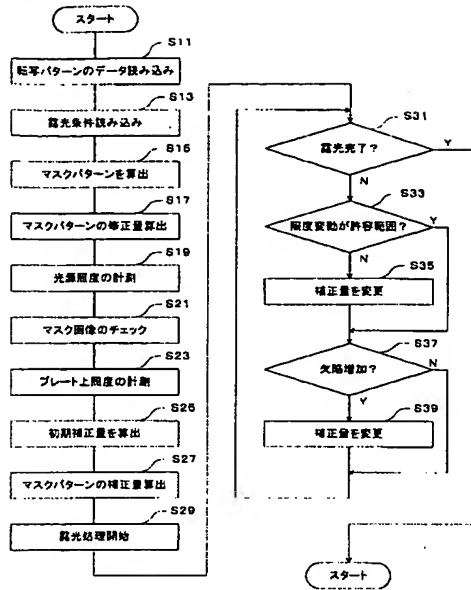
【 1 4 】



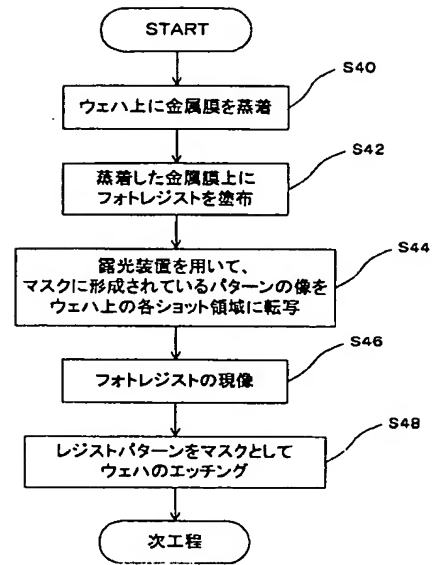
【 1 5 】



【図 16】



【図 17】



【図 18】

